

# ЛЕЧЕБНАЯ ФИЗКУЛЬТУРА

№4 (158)  
2020

# И СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА



Мяч «Гимник»  
Арт. 95.95 диам.: 95 см



Фитбол (гимнастический мяч) «Гимник»  
Диаметр шаров: 45, 55, 75, 85, 95, 120 см



Мяч «Мелбол»  
Арт. 97.01 диам.: 23 см, 1кг.

Мяч «Опти» прозрачный  
Арт. 96.55 диам.: 55 см



Мяч «Плюс»  
Арт. 95.40, диам.: 65 см



Фитбол (гимнастический мяч) «Гимник»  
Диаметр шаров: 45, 55, 75, 85, 95, 120 см



Угловой сухой бассейн Горка пластиковая  
Арт. 0009 Арт. 555014



Спортивно-игровой набор №1  
Арт. ИВ102



Детская полоса препятствий №3  
Арт. ИВ104



Сухой бассейн «Полный вперед»  
Размер: 165x165x40x15 Арт. 0909



Кочки массажные  
Арт. 80.89



Сухой бассейн «Дракоша»  
Размер: 150x150x40x15см Арт. 0507



Аконит-М – производитель продукции, предназначенной для оборудования игровых помещений, лечебной гимнастики и физкультуры, оснащения комнат релаксации и сенсорной интеграции. Выгодные условия доставки в любой регион России!

141321, Московская обл., г. Краснозаводск, ул. Горького, д. 2  
Тел.: +7 (495) 540-47-11; 8 (800) 555-17-60  
www.aconit.ru; e-mail: aconit-m@aconit.ru

ISSN 2072-4136



• ФИТНЕС • МАССАЖ • ЛЕЧЕБНАЯ ФИЗКУЛЬТУРА • ЭРГОТЕРАПИЯ  
• СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА • РЕАБИЛИТАЦИЯ • ПРОФИЛАКТИКА

позднякова софия станиславовна - двукратная чемпионка по фехтованию (сабля, командная сабля) Олимпийских игр 2020 года в Токио



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ  
МЕДИКО-СОЦИАЛЬНОЙ  
РЕАБИЛИТАЦИИ

Курсы повышения квалификации и профессиональной переподготовки для:

- ВРАЧЕЙ
- ПЕДАГОГОВ
- ПСИХОЛОГОВ
- СОЦИАЛЬНЫХ РАБОТНИКОВ
- ЛИЦ СО СРЕДНИМ МЕДИЦИНСКИМ ОБРАЗОВАНИЕМ

НАПРАВЛЕНИЯ ПРОГРАММ ОБУЧЕНИЯ

|  |   |
|--|---|
| • Рефлексотерапия                            | • Организация здравоохранения                         |
| • Физиотерапия                               | • Актуальные вопросы медико - социальной реабилитации |
| • Медицинская реабилитация                   | • Менеджмент в социальной сфере (здравоохранение)     |
| • Мануальная терапия                         | • Адаптивная физическая культура                      |
| • Неврология                                 | • Социально-психологическая реабилитация              |
| • Лечебная физкультура и спортивная медицина | • Педагогическая реабилитация                         |
| • Массаж                                     | • Психология  |
| • Традиционная медицина                      | • Мастер-классы, семинары, тренинги                   |

ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ: ОЧНАЯ

ОЧНО – ЗАОЧНАЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

НАШИ КОНТАКТЫ:

Телефон: 8(495)755-95-21, 8-926-282-56-00

e-mail: [seminar@ramsr.ru](mailto:seminar@ramsr.ru)

Время работы с 10.00 -18.00 с понедельника по пятницу

ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ НА САЙТЕ: [www.ramsr.ru](http://www.ramsr.ru)

Предлагаем образование для врачей, педагогов, социальных работников, психологов с 2002 года. Обеспечиваем качественную подготовку по всем направлениям. Возможна индивидуальная форма обучения. По окончании курсов выдаем документы установленного образца.



SHINHWA MEDICAL INC.



АКОНИТ-М

Роботизированный комплекс для безоперационной декомпрессии и коррекции позвоночника

# SpineMT<sup>K-1</sup>

Мировые стандарты вытяжения и мобилизации позвоночника



Быстрое восстановление!  
Высокая эффективность!  
Индивидуальный подход!  
Регенерация диска!

# «ЛЕЧЕБНАЯ ФИЗКУЛЬТУРА И СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА»

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Включен ВАК в Перечень ведущих научных изданий

Учредитель и издатель –  
ОБЩЕРОССИЙСКИЙ ОБЩЕСТВЕННЫЙ ФОНД  
«СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ РОССИИ»



## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Юнусов Ф.А.**, д.м.н., профессор, Москва, Россия

## ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

**Федоров А.Н.**, врач по спортивной медицине.  
Москва, Россия

## ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

**Поляев Б.А.**, д.м.н., профессор, Заслуженный врач РФ,  
главный специалист по спортивной медицине Минздрава  
РФ, Москва, Россия

## ЗАМ. ПРЕДСЕДАТЕЛЯ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

**Иванова Г.Е.**, д.м.н., профессор, главный специалист по ме-  
дицинской реабилитации Минздрава РФ, Москва, Россия

## НАУЧНЫЙ КОНСУЛЬТАНТ ПО СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ

**Бадтиева В.А.**, д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН,  
Москва, Россия

## НАУЧНЫЙ КОНСУЛЬТАНТ ПО ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗКУЛЬТУРЕ

**Епифанов В.А.**, д.м.н., профессор, Заслуженный деятель  
науки РФ, Москва, Россия

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Парастаев С.А.**, д.м.н., профессор, Москва, Россия

**Макарова Г.А.**, д.м.н., профессор, Заслуженный деятель  
науки РФ, Краснодар, Россия

**Васильева Л.Ф.**, д.м.н., профессор, Москва, Россия

**Орджоникидзе З.Г.**, д.м.н., профессор, заслуженный дея-  
тель науки РФ, Москва, Россия

**Поляков С.Д.**, д.м.н., профессор, Москва, Россия Бодрова  
Р.А., д.м.н., профессор, Казань, Россия

**Самойлов А.С.**, д.м.н., профессор член-корреспондент РАН,  
Москва, Россия

**Гаврилова Е.А.**, д.м.н., профессор,  
Санкт-Петербург, Россия

**Медведев И.Б.**, д.м.н., профессор, Москва, Россия

**Спаский А.А.**, д.м.н., профессор, Москва, Россия

**Смоленский А.В.**, д.м.н., профессор, Москва, Россия

**Цыкунов М.Б.**, д.м.н., профессор, Москва, Россия

**Ачкасов Е.Е.**, д.м.н., профессор, Москва, Россия

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

**Аухадеев Э.И.**, д.м.н., профессор, Казань, Россия

**Выходец И.Т.**, к.м.н., Москва, Россия

**Гайгер Г.**, доктор медицины, профессор, Кассель,  
Германия

**Дидур М.Д.**, д.м.н., профессор, Санкт-Петербург, Россия  
**Евдокимова Т.А.**, д.м.н., профессор, Санкт-Петербург,  
Россия

**Евсеев С.П.**, д.п.н., профессор, Заслуженный работник  
высшей школы РФ, Санкт-Петербург, Россия

**Ежов С.Н.**, д.м.н., профессор Владивосток, Россия

**Еремушкин М.А.**, д.м.н., профессор, Москва, Россия

**Жолинский А.В.**, к.м.н., доцент, Москва, Россия

**Завгородушко В.Н.**, д.м.н., профессор, Заслуженный врач  
Российской Федерации, Хабаровск, Россия

**Загородний Г.М.**, д.м.н., профессор, Минск, Беларусь

**Исанова В.А.**, д.м.н., профессор, Казань, Россия

**Калинин А.В.**, д.м.н., профессор, Санкт-Петербург, Россия

**Лайшева О.А.**, д.м.н., профессор, Москва, Россия

**Левушкин С.П.**, д.б.н., Москва, Россия

**Лукъянова И.Е.**, д.м.н., доцент, Москва, Россия

**Малеванная И.А.**, к.м.н., Минск, Белоруссия

**Микус Э.**, доктор медицины, профессор,  
Бад-Закса, Германия

**Павлов В.И.**, д.м.н. Москва, Россия

**Постников П.В.**, к.м.н. Москва, Россия

**Пушкина Т.А.**, к.м.н., Москва, Россия

**Сергиенко Е. Ю.**, д.м.н., профессор, Москва, Россия

**Садиков А.А.**, д.м.н., профессор, Ташкент, Узбекистан

**Шкробко А.Н.**, д.м.н., профессор, Ярославль, Россия



РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР МЕДИЦИНСКОЙ  
РЕАБИЛИТАЦИИ И КУРОРТОЛОГИИ



РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПО СПОРТИВНОЙ  
МЕДИЦИНЕ И РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ И  
ИНВАЛИДОВ



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ МЕДИКО-  
СОЦИАЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ



МОСКОВСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ  
ЦЕНТР МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ,  
ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ И СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ

МОСКВА  
2020

| РАЗНОЕ   | MISCELLANEA  |
|--|--|
| ДЛЯ АВТОРОВ  | 3 FOR AUTHORS  |
| СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА  | SPORTS MEDICINE  |
| СУБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА У ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СПОРТСМЕНОВ ПОСЛЕ ПЛАСТИКИ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ ДВУМЯ РАЗНЫМИ АУТОТРАНСПЛАНТАТАМИ<br><b>Доможирова А.С., Величко М.Н., Терсков А.Ю., Самойлов А.С., Умников А.С., Белякова А.М., Волченко Д.В., Созонов О.А., Бодров А.В., Тохтиева Н.В</b> | 4 SUBJECTIVE ASSESSMENT OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE KNEE JOINT IN PROFESSIONAL ATHLETES AFTER ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION WITH TWO DIFFERENT AUTOTRANSPLANTS<br><b>Velichko M.N., Domozhirova A.S., Terskov A.Yu., Samoilov A.S., Umnikov A.S., Belyakova A.M., Volchenko D.V., Sozonov O.A., Bodrov A.V., Tokhtieva N.V.</b> |
| О ВОЗМОЖНЫХ ПОДХОДАХ К ПРОЛОНГАЦИИ ЭФФЕКТОВ РАЗМИНКИ В СПОРТЕ<br><b>Кармазин В.В., Андреев Д.А., Анисимов Е.А., Додонов С.В., Тарасова М.С., Парастаев С.А., Тохтиева Н.В</b>  | 11 ON POSSIBLE APPROACHES TO PROLONGATION OF WARM-UP EFFECTS IN SPORT<br><b>Karmazin V.V., Andreev D.A., Anisimov Ye.A., Dodonov S.V., Tarasova M.S., Parastayev S.A., Tokhtieva N.V.</b>  |
| ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ЭЛЕКТРОННОГО ОТСЛЕЖИВАНИЯ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ЗАНЯТИЙ С ДОЗИРОВАННЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ<br><b>А.С. Башкина, А.Б. Разумова, Л.Н. Вдовина, А.А. Коршунова</b>   | 16 APPLICATION OF ELECTRONIC TRACKING WHEN PLANNING EXERCISES WITH DOSED PHYSICAL LOADS<br><b>A.S. Bashkina, A.B. Razumova, L.N. Vdovina, A.A. Korshunova</b>  |
| ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТЬЮ К РАЗВИТИЮ ВЫНОСЛИВОСТИ У СПОРТСМЕНОВ<br><b>Н.М. Рахимова</b>   | 23 CHARACTERISTICS OF GENETIC MARKERS ASSOCIATED WITH A PREDISPOSITION TO THE DEVELOPMENT OF ENDURANCE IN ATHLETES<br><b>N. M. Rakhimova</b>   |
| ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПОРТСМЕНОВ ЗИМНИХ ВИДОВ СПОРТА НА ОЛИМПИЙСКИХ И ПАРАЛИМПИЙСКИХ ИГРАХ 2022 ГОДА В ПЕКИНЕ<br><b>С.А. Парастаев, И.Н. Митин, Л.Р. Суфиянова, Тохтиева Н.В.</b>   | 34 INFLUENCE OF EXTERNAL CLIMATIC FACTORS ON PERFORMANCE OF WINTER SPORTS ATHLETES DURING THE OLYMPIC AND PARALYMPIC GAMES IN BEIJING 2022<br><b>S.A. Parastayev, I.N. Mitin, L.R. Sufiyanova, Tokhtieva N.V.</b>  |
| МЕДИЦИНСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ   | MEDICAL EQUIPMENT  |
| SPA-КАПСУЛА MULTI NOBLE REX  | 40 MULTI NOBLE REX   |
| РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ БЕЗОПЕРАЦИОННОЙ ДЕКОМПРЕССИИ И КОРРЕКЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА SPINE MT K-1   | 42 SPINE MT K-1<br>ACADEMY OF MEDICAL AND SOCIAL   |
| РАЗНОЕ   | MISCELLANEA  |
| ОБ АКАДЕМИИ  | 46 REHABILITATION  |
| ВНИМАНИЮ АВТОРОВ   | 47 FOR AUTHORS   |

**ДЛЯ АВТОРОВ**

Журнал «Лечебная физкультура и Спортивная медицина» входит в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы значимые результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

ISSN журнала: 2072-4136

**ТЕМАТИКА ЖУРНАЛА:**

- 14.03.08 – Авиационная, космическая и морская медицина (биологические науки),
- 14.03.08 – Авиационная, космическая и морская медицина (медицинские науки),
- 14.03.11 – Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия (медицинские науки),
- 14.03.11 – Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия (биологические науки).

Все научные статьи публикуются на бесплатной основе.

Правила для авторов

**I. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ:**

1. К публикации принимаются обзорные статьи, оригинальные исследования, клинические наблюдения, лекции, краткие сообщения. Основными требованиями к принимаемым статьям являются актуальность, новизна материала и его ценность в теоретическом и/или практическом аспектах.
2. Статьи, отправленные ранее к публикации в другие издания, к печати не допускаются.
3. В конце статьи должны быть собственноручные подписи всех авторов, полностью указаны фамилия, имя, отчество, индекс и почтовый адрес учреждения, в котором работает автор (либо домашний адрес – по желанию), телефон и e-mail лица, ответственного за переписку.
4. К статье должна прилагаться рецензия (не более 2 стр) уровня д.м.н., профессора, не входящих в состав авторов.
5. Статья и сопроводительные документы отправляются на электронный адрес: [lfksport@rams.ru](mailto:lfksport@rams.ru).
6. Статья должна быть напечатана шрифтом Times New Roman, кегль – 12, междустрочный интервал – 1,5, отступ первой строки – 1,25 см. Это правило распространяется на все разделы статьи, включая таблицы и рисунки.
7. Оригинальная статья должна содержать результаты собственных исследований. Объем оригинальной статьи (включая иллюстрации и таблицы, но не включая список литературы) не должен превышать 12 страниц. Объем клинического наблюдения — не более 8 страниц. В обзоре литературы и лекции допускается объем в 15 страниц.
8. Структура статьи оригинального исследования должна быть следующей: введение, отражающее основную суть вопроса, актуальность темы, цель и задачи исследования, материалы и методы, полученные результаты, выводы, список литературы, иллюстративный материал. Описания клинических случаев, обзоры, лекции, краткие сообщения могут иметь другую структуру.
9. Для всех статей обязательно написание резюме с ключевыми словами на русском и английском языках. Резюме приводятся на отдельных страницах. Объем каждого резюме – не более 1/3 страницы. В английском резюме обязательно переводят фамилии и инициалы авторов, название, полное наименование учреждения.

## СУБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА У ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СПОРТСМЕНОВ ПОСЛЕ ПЛАСТИКИ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ ДВУМЯ РАЗНЫМИ АУТОТРАНСПЛАНТАТАМИ

УДК 616.728.3-001

Доможирова А.С.<sup>1,2</sup>, Величко М.Н.<sup>1</sup>, Терсков А.Ю.<sup>1</sup>, Самойлов А.С.<sup>1</sup>, Умников А.С.<sup>1</sup>  
Белякова А.М.<sup>1</sup>, Волченко Д.В.<sup>1</sup>, Созонов О.А.<sup>1</sup>, Бодров А.В.<sup>1</sup>, Тохтиева Н.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И. Пирогова Минздрава России

В статье представлены результаты исследования, отражающие субъективную оценку спортсменами своего функционального состояния после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава. Состояние после операции оценивалось с использованием опросников IKDC, Lysholm и Cincinnati после возвращения к тренировочной и соревновательной активности.

Анкетирование было проведено у 32 профессиональных спортсменов, разделенных на 2 группы. В первую группу вошли атлеты, которым была проведена артроскопическая пластика передней крестообразной связки с использованием ауто трансплантата из сухожилий полусухожильной и нежной мышц (группа ST/GR). Во вторую – спортсмены, у которых для восстановления ПКС использовался ауто трансплантат из сухожилия длинной малоберцовой мышцы (группа PL).

Полученные предварительные данные свидетельствуют о лучших функциональных результатах при использовании трансплантата из сухожилий полусухожильной и нежной мышц. Однако в изучаемые сроки после операции различия не достигают статистически значимых величин. Требуется изучение результатов хирургического лечения в более отдаленные сроки после операции.

**Ключевые слова:** коленный сустав, передняя крестообразная связка, реконструкция передней крестообразной связки, сухожилия полусухожильной и нежной мышц, сухожилие длинной малоберцовой мышцы, анкетирование.

## SUBJECTIVE ASSESSMENT OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE KNEE JOINT IN PROFESSIONAL ATHLETES AFTER ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION WITH TWO DIFFERENT AUTOTRANSPLANTS

Velichko M.N.<sup>1</sup>, Domozhirova A.S.<sup>1,2</sup>, Terskov A.Yu.<sup>1</sup>, Samoilov A.S.<sup>1</sup>, Umnikov A.S.<sup>1</sup>,  
Belyakova A.M.<sup>1</sup>, Volchenko D.V.<sup>1</sup>, Sozonov O.A.<sup>1</sup>, Bodrov A.V.<sup>1</sup>, Tokhtieva N.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Institution "Federal Research and Clinical Center for Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical and Biological Agency", Moscow, Russia <https://sportfmba.ru/contact>

<sup>2</sup> Pirogov Russian National Research Medical University (RNRMU). <http://www.rsmu.ru/>

The article presents the results of the study, reflecting the athletes' subjective assessment of their functional state after arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee. The postoperative condition was assessed using the IKDC, Lysholm and Cincinnati questionnaires after returning to training and competitive activity.

The survey was conducted among 32 professional athletes, divided into 2 groups. The first group consisted of athletes who underwent arthroscopic ACL reconstruction using semitendinosus and gracilis tendons (group ST/GR). The second group includes athletes with autograft from peroneus longus (group PL).

The preliminary data indicate better functional results in ST/GR- group. However, the differences did not reach statistical significance. Future studies of surgical treatment results are needed.

**Key words:** knee joint, anterior cruciate ligament, anterior cruciate ligament reconstruction, semitendinosus and tender muscles tendons, peroneus longus tendon, questionnaire.

**ВВЕДЕНИЕ.**

Разрыв передней крестообразной связки (ПКС) является одним из наиболее распространённых и клинически значимых повреждений связочного аппарата коленного сустава [15, 28, 29]. По разным оценкам, частота повреждений ПКС составляет от 32 до 78 случаев на 100000 человек ежегодно [15, 18, 31]. По данным Kvist et al., частота повреждений ПКС составляет около 80 случаев на 100000 человек в год [22]. На практике повреждения ПКС случаются у лиц молодого возраста (от 25 до 44 лет), ведущих активный образ жизни [3, 14, 20, 31, 35]. Вероятность разрыва ПКС зависит от множества различных факторов, включая возраст, уровень физической подготовленности, мышечную силу и частоту предыдущих травм нижних конечностей [12,30].

На сегодняшний момент артроскопическая реконструкция ПКС с использованием различных трансплантатов является наиболее распространённым методом лечения нестабильности, связанной с ее разрывом [5]. По данным международных регистров, ежегодное количество артроскопических реконструкций ПКС постоянно растёт и в развитых странах составляет: 32 случая на 100000 человек в Швеции, 52 случая на 100000 человек в Австралии, 68 случаев на 100000 человек в США [16, 18, 31]. В настоящее время предложено множество различных материалов для восстановления целостности передней крестообразной связки, но единого мнения об оптимальном выборе трансплантата так и нет [5].

Получение оптимальной функции стабильного коленного сустава после реконструкции ПКС является основной задачей хирургов и команды врачей по лечебной физкультуре [10,21,23]. В процессе комплексного лечения пациентов с травмой ПКС важно использовать персонифицированный подход к реабилитации, учитывающий вариант хирур-

гического пособия и выбранный трансплантат [21]. Для оценки клинических результатов после хирургического восстановления ПКС необходимо также использовать дифференцированный подход. Так, для профессиональных спортсменов, перенесших хирургическое восстановление ПКС, существенное значение имеет возможность возвращения к спорту на прежнем уровне [27,6].

Неотъемлемым инструментом оценки успешности операции являются субъективные ортопедические опросники [1,8,24,6]. Они дают более точную картину субъективной удовлетворённости пациента результатом лечения, а также позволяют оценить функцию коленного сустава при повседневной и спортивной активности. Результаты опроса пациентов с использованием общепринятых шкал позволяют объективизировать ощущения пациентов для их количественного анализа и сравнения результатов между разными группами [26].

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.**

На базе отделения спортивной травматологии и спортивной медицины Федерального медицинского биофизического центра им. А.И. Бурназяна ФМБА России было проведено обследование 32 спортсменов сборных команд РФ после хирургического восстановления передней крестообразной связки. Всем пациентам было выполнено хирургическое вмешательство одним и тем же хирургом. Критериями включения в исследование были: одностороннее первичное повреждение ПКС, отсутствие клинически значимого повреждения других связочных структур коленного сустава, профессиональное занятие спортом (члены сборных команд РФ по различным видам спорта), отсутствие острой соматической патологии, возраст от 19 до 30 лет. В группу исследования вошли 10 женщин и 22 мужчины. Средний возраст мужчин составил

**Таблица 1****Нормативные интервалы для интерпретации результатов опросников.**

| Нормативные интервалы при оценке ортопедических опросников | IKDC   | Cincinnati | Lysholm |
|--|--------|------------|---------|
| Отличный   | 90–100 | > 80       | > 90    |
| Хороший  | 80–89  | 55–79      | 84–90   |
| Удовлетворительный   | 70–79  | 30–54      | 65–83   |
| Неудовлетворительный                                       | < 70   | < 30       | < 65    |

25,54 ± 0,55 года, а женщин — 23,81 ± 0,67 года. Достоверных межгрупповых различий не выявлено ( $p > 0,05$ ). Средний срок с момента травмы до операции составил 4 ± 1 месяц. Все пациенты имели первичный разрыв передней крестообразной связки, подтвержденный магнитно-резонансной томографией (МРТ) и клиническим осмотром. Обе группы были однородны по гендерному признаку. Все участники наблюдения травмировались во время занятий спортом. Все пациенты являлись на момент исследования профессиональными спортсменами. Все они подписали информированные согласия на участие в исследовании. Группу с пластикой ПКС аутотрансплантатом ST/GR составили 16 спортсменов, и в группу с пластикой сухожилием PL также вошли 16 спортсменов.

Был проведен телефонный опрос всех прооперированных спортсменов в сроки от 7 месяцев до 1,5 лет после операции.

Нами была проведена субъективная оценка функционального состояния поврежденного коленного сустава спортсменов по 100-балльной шкале Lysholm — «Опросник субъективной оценки качества жизни Lysholm — Gillquist» [32], системе IKDC (International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form) — «Опросник субъективной оценки качества жизни IKDC 2000» [11] и по шкале Cincinnati Knee Rating System [9].

Согласно шкале Lysholm, субъективное функциональное состояние коленного сустава оценивается по 8 группам вопросов в балловом эквиваленте по следующим параметрам: хромота, неустойчивость, наличие заклиниваний в суставе, использование дополнительной опоры при ходьбе, боль и отечность при физической нагрузке. Более высокое количество баллов соответствует меньшей выраженности симптомов и жалоб и более высокому функциональному статусу [32]. Абсолютно здоровому коленному суставу соответствуют показатели в 100 баллов.

Среди существующих опросников для коленного сустава IKDC 2000 считается важным инструментом оценки состояния пациентов с повреждениями связочного аппарата коленного сустава [19]. На сегодняшний день IKDC 2000 переведён на итальянский [17], голландский [33], португальский

[33], польский [25], китайский [13] и русский языки, а также валидирован и адаптирован. С помощью опросника IKDC проводится субъективная функциональная оценка коленного сустава при повседневной и спортивной активности пациентов, а также выявление различных патологических симптомов. Опросник включает в себя 10 вопросов, результаты представлены в баллах от 0 до 100. Чем выше балл, тем меньше жалоб по поводу травмы и более высокая оценка уровня восстановления пациента после пластики [4].

С помощью шкалы Cincinnati рассчитывался общий балл оценки состояния коленного сустава, которая содержит отдельные вопросы по симптомам (боль, выпот в суставе, нестабильность), уровню повседневной активности, возможности бега и прыжков. Шкала включает в себя 8 вопросов, результаты представлены в баллах от 6 до 100, более высокие общие баллы соответствуют более высокому функциональному состоянию коленного сустава [9].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Нами выявлено, что на этапе начала тренировочной нагрузки, в сроки более 7 мес. после операции, общий оценочный балл субъективного опросника Cincinnati для группы ST/GR составил  $103 \pm 0,5$  балла, а для группы PL —  $95 \pm 0,5$  балла ( $p \leq 0,05$  — статистически значимых различий не выявлено по критерию Манна — Уитни). Согласно опроснику результаты операции спортсменов из группы ST/GR в 81,25% случаев оценили как отличные, в 18,75% — как хорошие. А в группе PL результаты операции 87,5% спортсменов оценили как отличные, 6,25% — как хорошие, и 6,25% — как удовлетворительные. Неудовлетворительных результатов в обеих группах обследуемых выявлено не было. Интересно заметить, что, несмотря на меньший общий балл в группе PL, количество отличных результатов по шкале Cincinnati в ней было выше. В описании к опроснику большинство пациентов группы PL отмечали возникновение болевого синдрома, который был связан с повышенной физической нагрузкой.

Согласно критериям оценочной шкалы Lysholm, результаты лечения также лучше в группе ST/GR. Средний балл интегральной оценки в группе ST/GR

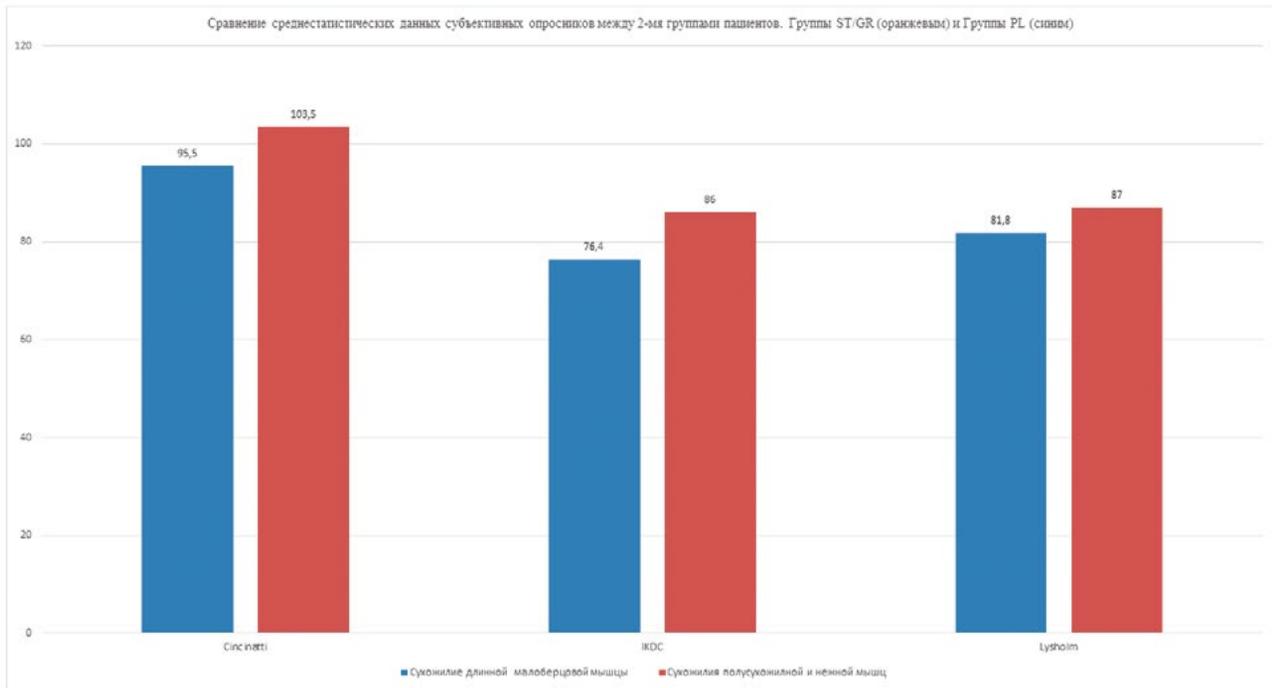


Диаграмма 1. Сравнение среднестатистических данных субъективных опросников между 2-мя группами пациентов. Группы ST/GR (оранжевым) и Группы PL (синим).

составил  $87 \pm 0,06$ , а в группе PL —  $81 \pm 0,8$ . Однако и здесь при сопоставлении показателей интегральной оценки данных групп статистически значимых различий не выявлено, что подтверждено критерием Манна — Уитни ( $p \leq 0,05$ ). При этом, по данным опросника Lysholm, в группе ST/GR у 62,5% были получены отличные результаты, у 12,5% — хорошие и у 25% — удовлетворительные. Пациенты из группы PL результаты операции оценили на отлично в 56,25%, на удовлетворительно — в 43,75%. Неудовлетворительные результаты отсутствовали в обеих группах обследуемых. Таким образом, количество отличных и хороших результатов по шкале Lysholm больше в группе ST/GR. Снижение оценки чаще всего было связано с болью и рецидивирующим отеком коленного сустава при физической нагрузке.

Средний балл субъективной оценки, по данным опросника IKDC, в группе ST/GR составил  $86 \pm 0,6$ , а в группе PL —  $76 \pm 0,41$ . При сопоставлении показателей интегральной оценки у данных групп статистически значимые отличия также не подтверждены. При анализе результатов в группе ST/GR у 56,25% пациентов были получены отличные результаты, у 12,5% — хорошие и у 31,25% — удовлетворительные. Пациенты из группы PL результаты операции оценили как отличные в 31,25%, хорошие — в 12,5%,

удовлетворительные — в 56,25%. Неудовлетворительные результаты отсутствовали в обеих группах обследуемых. Более высокие баллы в группе ST/GR, по данным опросника IKDC, связаны со значимым улучшением субъективного состояния пациентов, повышением качества жизни и увеличением толерантности к физическим нагрузкам.

Данные, полученные от пациентов, которые участвовали в опросе при помощи шкалы IKDC, свидетельствовали, что основной причиной, приведшей к снижению результатов в группе PL, стала низкая оценка по таким разделам, как боль в коленном суставе и ее интенсивность, а также способность присесть на корточки, сидеть с согнутыми коленями и особенно встать на оперированное колено. Причиной невысокой оценки пациентами группы ST/GR результатов своего лечения по указанным параметрам являлась болезненность и отек коленного сустава в связи с особенностями методики забора аутооттрансплантата.

Данные, полученные при помощи Шкалы Lysholm, позволявшие проанализировать функцию коленного сустава по таким показателям, как хромота, опора, блокада (заклинивание) сустава, нестабильность, боль, припухлость, подъем по лестнице и приседание на корточки, показали, что все удов-



- ние пациентов с повреждениями менисков и связок коленного сустава с использованием артроскопических методик: автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.00.22/ Королев Андрей Вадимович – М., 2004. – С.
4. Королев А.В., Рязанцев М.С., Магнитская Н.Е., Афанасьев А.П., Ильин Д.О., Фролов А.В. Отдаленные результаты сшивания менисков при артроскопической пластике передней крестообразной связки. *Травматология и ортопедия России*. 2016. – Т. 22. – № 3. – С. 44–53. / Korolev A.V., Ryazantsev M.S., Magnitskaya N.E., Afanasyev A.P., Ilyin D.O., Frolov A.V. Long-term outcomes of all-inside meniscal repair during anterior cruciate ligament reconstruction. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2016; 22 (3): 44–53. [in Russian].
  5. Лазишвили Г.Д. [и др.]. Артроскопическое замещение передней крестообразной связки коленного сустава свободным ауто трансплантатом из сухожилия четырёхглавой мышцы бедра // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2008. № 4.
  6. Магнитская Н.Е. Отдалённые результаты артроскопической пластики передней крестообразной связки с применением различных методов фиксации ауто трансплантата // *Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, Москва, 2017, 145с.*
  7. Михайлов И.Н., Пусева М.Э., Бальжинмаев Д.Б. Результаты лечения пациентов после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки // *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*, 2018, № 4.
  8. Ardern C.L. [et al.]. Comparison of patient-reported outcomes among those who chose ACL reconstruction or non-surgical treatment // *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2016.
  9. Bentley G., Biant L.C., Carrington R.W., Akmal M., Goldberg A., Williams A.M., Skinner J.A., Pringle J. A prospective, randomised comparison of autologous chondrocyte implantation versus mosaicplasty for osteochondral defects in the knee. *J Bone Joint Surg. Br*. 2003; 85 (2): 223–230.
  10. Colombet P., Jenny J.Y., Menetrey J., Plaweski S., Zaffagnini S., Current concept in rotational laxity control and evaluation in ACL reconstruction, *Ortop. Traumatol. Sur.*, 2012, 98(8), 201–210.
  11. Crawford K., Briggs K.K., Rodkey W.G., Steadman J.R. Reliability, validity, and responsiveness of the IKDC score for meniscus injuries of the knee. *Arthroscopy*. 2007; 23 (8): 839–844.
  12. Fridén T, Roberts D, Zätterström R, Lindstrand A, Moritz U. Proprioception in the nearly extended knee. Measurements of position and movement in healthy individuals and in symptomatic anterior cruciate ligament injured patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1996; 4(4):217–24. PMID:9046506.
  13. Fu S.N., Chan Y.H. Translation and validation of Chinese version of International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form // *Disabil. Rehabil*. 2011. Vol. 33, No 13–14. P. 1186-1189. DOI: 10.3109/09638288.2010.524274.
  14. Gage B.E. [et al.]. Epidemiology of 6.6 million knee injuries presenting to United States emergency departments from 1999 through 2008 // *Academic emergency medicine*. 2012. № 4 (19). С. 378–385.
  15. Gianotti S.M. [et al.]. Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: a national population-based study // *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009. № 6 (12). С. 622–627.
  16. Granan L.-P. [et al.]. The Scandinavian ACL registries 2004–2007: baseline epidemiology // *Acta orthopaedica*. 2009. № 5 (80). С. 563–567.
  17. Italian version of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form: cross-cultural adaptation and validation / R. Padua, R. Bondi, E. Ceccarelli, L. Bondi, E. Romanini, G. Zanoli, S. Campi // *Arthroscopy*. 2004. Vol. 20, No 8. P. 819-823. DOI: 10.1016/j.arthro.2004.06.011.
  18. Janssen K.W. [et al.]. High incidence and costs for anterior cruciate ligament reconstructions performed in Australia from 2003–2004 to 2007–2008: time for an anterior cruciate ligament register by Scandinavian model? // *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2012. № 4 (22). С. 495–501.
  19. Johnson D.S., Smith R.B. Outcome measurement in the ACL deficient knee – what’s the score? // *Knee*. 2001. Vol. 8, No 1. P. 51-57.
  20. Joseph A.M. [et al.]. A multisport epidemiologic comparison of anterior cruciate ligament injuries in high school athletics. // *Journal of athletic training*. 2012. № 6 (48). С. 810–817.
  21. Kruse M.L., Gray B., Wright W., Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, *J. Bone Joint Surg. Am. Title.*, 2012, 94(19), 1737–1748.

22. Kvist J. [et al.]. Results from the Swedish national anterior cruciate ligament register // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2014. № 7 (30). С. 803–810.
23. Laboute E., Verhaeghe E., Uçay O., Minden A. Evaluation kinaesthetic proprioceptive deficit after knee anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction in athletes *Journal of Experimental Orthopaedics* volume 6, Article number: 6 (2019).
24. Larsen A.H. [et al.]. Patient reported outcomes are associated with lower-limb muscle strength and functional performance in Acl-patients—A cross-sectional study // *Abstracts/Osteoarthritis and Cartilage*. 2014. (22). С. S57–S489.
25. Linguistic and cultural adaptation into Polish of the IKDC 2000 Subjective Knee Evaluation Form and the Lysholm Scale / T. Piontek, K.CiemińskaGorzela, J. Naczk, K. Cichy, A. Szulc // *Pol. Orthop. Traumatol*. 2012. Vol. 77. P. 115-119.
26. Lynch A.D. [et al.]. Consensus criteria for defining 'successful outcome' after ACL injury and reconstruction: a Delaware–Oslo ACL cohort investigation // *British journal of sports medicine*. 2013. С. bjsports-2013-092299.
27. McCullough K. [et al.]. *Return to Sport following ACL Reconstruction: The MOON Experience* Springer, 2017. 427–432 с.
28. Nordenvall R. [et al.]. Cruciate Ligament Reconstruction and Risk of Knee Osteoarthritis: The Association between Cruciate Ligament Injury and Post-Traumatic Osteoarthritis. A Population Based Nationwide Study in Sweden, 1987–2009, 2014.
29. Peat G. [et al.]. Population-wide incidence estimates for soft tissue knee injuries presenting to healthcare in southern Sweden: data from the Skane Healthcare Register // *Arthritis Res Ther*. 2014. (16). С. R162.
30. Relph N, Herrington L, Tyson S. The effects of ACL injury on knee proprioception: a meta-analysis. *Physiotherapy*. 2014; 100(3):187–95. Epub 2014/04/03. doi:10.1016/j.physio.2013.11.002PMID: 24690442.
31. Sanders T.L. [et al.]. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction A 21-Year Population-Based Study // *The American journal of sports medicine*. 2016. № 6 (44). С. 1502–1507.
32. Tegner Y., Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin. Orthop. Relat. Res*. 1985; 198: 43–49.
33. Translation and cross-cultural adaptation of the Brazilian version of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form: validity and reproducibility / L. Metsavaht, G. Leporace, M. Riberto, M.M. de Mello Sposito, L.A. Batista // *Am. J. Sports Med*. 2010. Vol. 38, No 9. P. 1894-1899. DOI: 10.1177/0363546510365314.
34. Translation and validation of the Dutch version of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form / D. Haverkamp, I.N. Sierevelt, S.J. Breugem, K. Lohuis, L. Blankevoort, C.N. van Dijk // *Am. J. Sports Med*. 2006. Vol. 34, No 10. P. 1680-1684. DOI: 10.1177/0363546506288854.
35. Waldén M. [et al.]. The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective // *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2011. № 1 (19). С. 3–10.

## О ВОЗМОЖНЫХ ПОДХОДАХ К ПРОЛОНГАЦИИ ЭФФЕКТОВ РАЗМИНКИ В СПОРТЕ

Кармазин В.В.<sup>1</sup>, Андреев Д.А.<sup>2</sup>, Анисимов Е.А.<sup>1</sup>, Додонов С.В.<sup>1</sup>,  
Тарасова М.С.<sup>1</sup>, Парастаев С.А.<sup>1,2</sup>, Тохтиева Н.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский университет)

### РЕЗЮМЕ:

В статье рассмотрена методика локального повышения температуры во время проведения тренировочной разминки с использованием наколенника «ЛЕОНАРДА». Приведены литературные данные по обоснованию и использованию принципа локального повышения и сохранения термического эффекта тренировочной разминки у спортсменов. Изложены материалы исследования по оценке эффективности наколенника с содержанием натуральной шерсти во время разминки с использованием аппаратно-программируемого комплекса «Изомув» для оценки силы мышц и тепловизора NEC 9100 для оценки градиента локальной температуры у спортсменов. Полученные результаты позволяют говорить о целесообразности и эффективности применения наколенника с содержанием натуральной шерсти с целью локального повышения и сохранения термического эффекта тренировочной разминки у спортсменов.

**Ключевые слова:** спортсмены, термический эффект, разминка, изокинетическое исследование, тепловидение, наколенник, натуральная шерсть.

## ON POSSIBLE APPROACHES TO PROLONGATION OF WARM-UP EFFECTS IN SPORT

Karmazin V.V.<sup>1</sup>, Andreev D.A.<sup>2</sup>, Anisimov Ye.A.<sup>1</sup>, Dodonov S.V.<sup>1</sup>,  
Tarasova M.S.<sup>1</sup>, Parastayev S.A.<sup>1,2</sup>, Tokhtieva N.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FSBI FNCSM FMBA of Russia

<sup>2</sup>FGAOU VO RNIMU named after N.I. Pirogov, Ministry of Health of Russia (Pirogov University)

### SUMMARY:

The article considers the technique of local temperature increase during the training warm-up with the use of a knee with the content of natural wool. The literary data on substantiation and use of the principle of local increase and preservation of thermal effect of training warm-up in athletes are given. The materials of study on evaluation of efficiency of knee with content of natural wool during warm-up with use of "Isomove" hardware-programmable complex for estimation of muscle strength and thermal imager NEC 9100 for estimation of gradient of local temperature in athletes are presented. The obtained results make it possible to speak about expediency and effectiveness of application of knuckleball with content of natural wool for the purpose of local increase and preservation of thermal effect of training warm-up in athletes.

**Keywords:** athletes, thermal effect, warm-up, isokinetic study, thermal vision, knuckleball, natural wool.

Одним из важнейших компонентов тренировочной сессии является разминка. Она необходима для безопасной и эффективной тренировки практически в любом виде спорта и позволяет подготовиться к полноценной работе задействованных мышц, а также оптимально интенсифицировать функционирование кардиоваскулярной, респираторной, эндокринной и других систем организма во время основ-

ной части тренировки или соревнования. По данным современных литературных источников в области спортивной медицины, основным эффектом разминки является «разогревающий», необходимость которого подтверждена многими исследованиями.

Courtney J. McGowan с соавторами (2015) в своей обзорной статье перечисляют основные процессы, составляющие сущность разминки и напрямую

связанные с локальным увеличением температуры мышечной ткани:

- Повышение метаболизма мышечных волокон;
- Увеличение скорости нейромышечной проводимости (MFCV) и, соответственно,
- Повышение их функциональной активности.

Также авторы статьи, подчеркивают, что существуют две разновидности «разогревающего» эффекта: активный и пассивный. Активный «разогревающий» эффект обеспечивается двигательной активностью во время тренировки. Пассивный «разогревающий» эффект индуцируют аппликации специальных гелей и мазей, повышающих локальную температуру кожи, а также специальные бандажи; этот способ, по мнению некоторых авторов, более адекватен, что связано с минимизацией энергетических затрат и теплоотдачи при повышении локальной температуры. Особенно, это касается бандажей, позволяющих на более длительное время сохранять повышение температуры мышц и покрывающих их кожи, что в свою очередь обеспечивает более высокую сократительную активность мышечной ткани.

Sebastien Racinais и соавт. (2017), подтверждая выводы, сделанные вышеуказанными авторами, отмечают также увеличение пиковой мышечной силы при пассивном увеличении локальной температуры в зоне задействованных мышц до 37°C и выше, что повышает эффективность тренировки, а также предотвращает возникновение мышечных травм и обострение хронических заболеваний мышц и суставов.

Учитывая вышесказанное, нами было проведено исследование по изучению влияния инновационного (Патент №№ 2319800, 2657996) бандажа лечебного трубчатого полушерстяного, специальной серии Люкс, содержащего в составе верблюжью шерсть, производства ООО «Леонарда-Сервис» (регистрационное удостоверение Росздравнадзора № ФСР 2010/08307, ТУ 9396-005-75606424-2010), на выраженность и продолжительность повышения локальной температуры, увеличение мышечной силы. Бандаж (наколенник) охватывал коленный сустав и прилегающие области бедра (нижняя треть) и голени (верхняя треть) — область А; сравнения проводили с аналогичным сегментом контралатеральной конечности, без применения наколенника — область Б.

Наколенник надевали на ногу, которая в наименьшей степени задействована в выполнении двигательных актов, свойственных профилируемому виду спорта.

Ношение наколенников с содержанием шерсти оказывает массирующее влияние на кожу и способствуют притоку крови к области применения, нормализации повышенного мышечного тонуса, что наряду с выраженным согревающим действием позволяет использовать их для профилактики или в составе комплексной терапии хронических и острых заболеваний нижних конечностей (при артрите, артрозе, растяжении мышц и сухожилий), а также для купирования болевого синдрома.

Состав: смесовая шерсть — 80%, латекс — 11%, нить полиэфирная — 9%. Противопоказания: индивидуальная непереносимость компонентов изделия, открытые раны, трофические язвы.

Методика исследования заключалась в симметричной фиксации данных дистанционной термометрии — тепловизора NEC, а также изометрического и изокинетического обследований на аппаратно-программном комплексе Isomove (Tecnobody, Италия) — АПК Изомув:

- предварительное тестирование — определение фоновых значений изучаемых параметров с обеих сторон;
- после разминки (интенсивные приседания и бег на месте в течении 3 минут);
- через 30 минут одностороннего применения наколенника «ЛЕОНАРДА» – двустороннее снятие показателей;
- завершающее тестирование с обеих сторон – через 20 минут после снятия наколенника.

Данный АПК позволяет оценивать скоростно-силовые параметры нижних конечностей — мышечную силу сгибателей и разгибателей бедра по величине крутящего момента.

В исследовании были включены 10 спортсменов, представителей различных видов спорта:

- баскетбол — 2 человека;
- футбол — 2 человека;
- волейбол — 3 человека;
- легкая атлетика — 3 человека.

Полученные в ходе исследования результаты представлены в таблицах №№1-3 и рисунках №№1-7.

## Результаты термографии

| Этапы исследования                      | Температура ноги в наколеннике ЛЕОНАРДА (градусы по Цельсию) | Температура контрлатеральной ноги (градусы по Цельсию) | P    |
|---|--|--|------|
| до применения наколенника               | 34,1±0,1<br>σ=0,23   | 34,3±0,2<br>σ=0,28                                     | 0,05 |
| после интенсивной разминки              | 36,5±0,2<br>σ=0,31   | 36,2±0,1<br>σ=0,23                                     | 0,04 |
| через 30 минут ношения наколенника      | 38,4±0,4<br>σ=0,17   | 35,1±0,4<br>σ=0,21                                     | 0,04 |
| через 20 минут после снятия наколенника | 38,2±0,2<br>σ=0,11   | 34,2±0,3<br>σ=0,25                                     | 0,03 |

P- статистическая достоверность различий в группе, σ- среднее квадратичное отклонение.



Рис. 1. Динамика показателей температуры



Рис. 2. Сравнительные результаты локальной температуры коленного сустава

## Результаты изокинетического и изометрического обследования коленных суставов (сгибатели бедра)

| Этапы исследования                      | Изокинетическое обследование.<br>Крутящий момент (Нм) |                       | Изометрическое обследование<br>(10 градусов сгибания).<br>Крутящий момент (Нм) |                       | P    |
|---|---|-----------------------|--|-----------------------|------|
|   | Нога в наколеннике                                    | Контрлатеральная нога | Нога в наколеннике   | Контрлатеральная нога |      |
| до применения наколенника               | 74,2±2,1<br>σ=0,16                                    | 78±1,9<br>σ=0,18      | 85±2,2<br>σ=0,12   | 88,4±2,3<br>σ=0,08    | 0,05 |
| после интенсивной разминки              | 82,4±1,3<br>σ=0,21                                    | 85±2,8<br>σ=0,18      | 96±1,3<br>σ=0,24   | 100,3±1,5<br>σ=0,13   | 0,04 |
| через 30 минут ношения наколенника      | 110,7±2,4<br>σ=0,06                                   | 84,6±2,3<br>σ=0,09    | 122,3±2,3<br>σ=0,15  | 101,4±2,6<br>σ=0,27   | 0,05 |
| через 20 минут после снятия наколенника | 112,2±1,3<br>σ=0,26                                   | 81,4±1,7<br>σ=0,22    | 125,1±2,2<br>σ=0,14  | 92,4±1,8<br>σ=0,18    | 0,04 |

P- статистическая достоверность различий в группе, σ - среднее квадратичное отклонение



Рис. 3. Показатели крутящего момента (Нм) сгибателей бедра в изокинетическом режиме

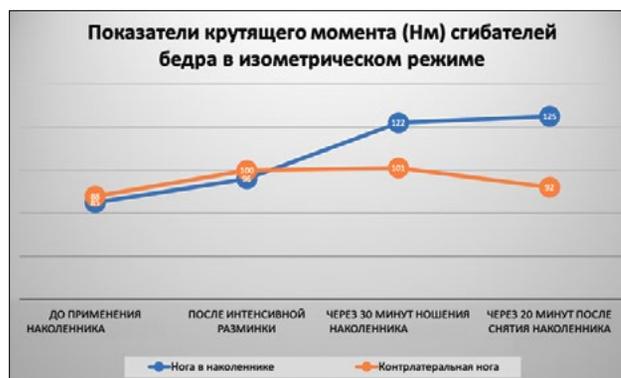


Рис. 4. Показатели крутящего момента (Нм) сгибателей бедра в изокинетическом режиме



Рис. 5. Показатели крутящего момента (Нм) сгибателей бедра в изокинетическом режиме



Рис. 6. Показатели крутящего момента (Нм) разгибателей бедра в изокинетическом режиме



Рис. 7. Сравнительные результаты силы мышц сгибателей и разгибателей бедра

Учитывая активную нагрузку во время интенсивной разминки, было выявлено как повышение локальной температуры, так и увеличение мышечной силы по результатам всех тестов на АПК Изомув, однако после 30 минут ношения надколенника была отмечена стойкая разница температур и значительное увеличение мышечной силы этой ноги по сравнению с контрлатеральной:

- 1) Определялось гомогенное повышение локальной температуры в области А на 3°C, по сравнению с областью Б.
- 2) Увеличение мышечной силы испытуемой ноги, по сравнению с контрлатеральной, не менее 10%. Через 20 минут после снятия наколенника с области А, было отмечено:
- 3) Сохранение данных температуры в области А и увеличение разницы, по сравнению с областью Б, до 4°C.
- 4) Дальнейшее увеличение мышечной силы испытуемой ноги (область А), по сравнению с контрлатеральной (область Б). Различия между мышечной силой областей А и Б увеличилась не менее чем на 20%, так как к этому моменту сила контрлатеральной ноги (область Б) приблизилась к исходной. Данный феномен был выявлен по результатам всех тестов на АПК Прокин для сгибателей и разгибателей бедра.

Исходя из результатов исследования, можно сделать вывод о реальной эффективности применения исследуемых медицинских бандажей «Леонарда», оцениваемой по степени увеличения и пролонгации «разогревающего» эффекта, обусловленного мышечной активностью: гипертермия на стороне ношения наколенника не только не уменьшилась (как на стороне без применения изделия), а даже увеличилась

**Результаты изокинетического и изометрического обследования  
коленных суставов (разгибатели бедра)**

| Этапы исследования                      | Изокинетическое обследование Крутящий момент (Нм) |                       | Изометрическое обследование (10 градусов сгибания) Крутящий момент (Нм) |                       | P    |
|---|---|-----------------------|---|-----------------------|------|
|   | Нога в наколеннике                                | Контрлатеральная нога | Нога в наколеннике  | Контрлатеральная нога |      |
| до применения наколенника               | 125,3±2,2<br>σ=0,24                               | 131,2±2,1<br>σ=0,21   | 140,8±1,4<br>σ=0,16   | 156,2±1,4<br>σ=0,06   | 0,04 |
| после интенсивной разминки              | 148,1±1,4<br>σ=0,25                               | 157,6±1,1<br>σ=0,08   | 164,5±1,3<br>σ=0,15   | 172,8±0,8<br>σ=0,28   | 0,03 |
| через 30 минут ношения наколенника      | 178,8±2,3<br>σ=0,11                               | 150,1±1,4<br>σ=0,17   | 195,3±2,1<br>σ=0,29   | 163,6±1,8<br>σ=0,07   | 0,04 |
| через 20 минут после снятия наколенника | 191,2±1,2<br>σ=0,11                               | 143,4±1,3<br>σ=0,22   | 207,3±1,7<br>σ=0,15   | 158,8±1,4<br>σ=0,14   | 0,04 |

P- статистическая достоверность различий в группе, σ- Среднее квадратичное отклонение

через 20 минут после его снятия; также произошло и увеличение мышечной силы после снятия наколенника, что говорит не только о термостабилизирующем эффекте лечебных наколенников, но также о стимуляции трофических и обменных процессов в мышечной ткани под воздействием ношения бандажей (наколенников) с шерстью верблюда.

Учитывая полученные результаты, а также широкий ассортимент медицинских бандажей «Леонарда», мы считаем целесообразным их применение в тренировочном и соревновательном процессе, не только на коленные суставы, но и в иных анатомических областях, особо значимых для различных видов спорта.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- McGowan C.J., Pyne D.B., Thompson K.G., Rattray B. Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Med*, 2015 Nov; 45(11):1523-1546. doi: 10.1007/s40279-015-0376-x.
- Racinais S., Cocking S., Périard J.D. Sports and environmental temperature: From warming-up to heating-up. *Temperature (Austin)*. 2017; 4(3):227-257. Published online 2017 Aug 4. doi: 0.1080/23328940.2017.1356427
- Racinais S., Alonso J.M., Coutts A.J., Flouris A.D., Girard O., Gonzalez-Alonso J., Hauswirth C., Jay O., Lee J.K., Mitchell N., et al. Consensus recommendations on training and competing in the heat. *Scand J Med Sci Sports*. 2015; 25:6-19. doi:10.1111/sms.12467. PMID:25943653.
- Périard J.D., Racinais S. Self-paced exercise in hot and cool conditions is associated with the maintenance of VO<sub>2</sub>peak within a narrow range. *J Appl Physiol*. 2015; 118:1258-1265. doi:10.1152/jappphysiol.00084.2015. PMID:25814635.
- Shellock F.G., Prentice W.E. Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Med*. 1985; 2:267-278. doi:10.2165/00007256-198502040-00004. PMID:3849057.
- Bishop D. Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Med*. 2003; 33:483-498. doi:10.2165/00007256-200333070-00002. PMID:12762825.
- Sawka M.N., Leon L.R., Montain S.J., Sanna L.A. Integrated physiological mechanisms of exercise performance, adaptation, and maladaptation to heat stress. *Compr Physiol*. 2011; 1:1883-1928. doi:10.1002/cphy.c100082. PMID:23733692.
- Gonzalez-Alonso J., Quistorff B., Krstrup P., Bangsbo J., Saltin B. Heat production in human skeletal muscle at the onset of intense dynamic exercise. *J Physiol*. 2000; 524 Pt2:603-615. doi:10.1111/j.1469-7793.2000.00603.x. PMID:10766936.
- Racinais S., Girard O. Neuromuscular failure is unlikely to explain the early exercise cessation in hot ambient conditions. *Psychophysiology*. 2012; 49:853-865. doi:10.1111/j.1469-8986.2012.01360.x. PMID:22416901.
- Périard J.D., Racinais S., Thompson M.W. Adjustments in the force-frequency relationship during passive and exercise-induced hyperthermia. *Muscle Nerve*. 2014; 50:822-829. doi:10.1002/mus.24228. PMID:24615660.
- Roberts M.F., Wenger C.B. Control of skin circulation during exercise and heat stress. *Med Sci Sports*. 1979; 11:36-41. PMID:481154.

## ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ЭЛЕКТРОННОГО ОТСЛЕЖИВАНИЯ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ЗАНЯТИЙ С ДОЗИРОВАННЫМИ ФИЗИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ

УДК 796.012.61

А.С. Башкина, А.Б. Разумова,  
Л.Н. Вдовина, А.А. КоршуноваЯрославский государственный педагогический университет  
им. К.Д. Ушинского

### РЕЗЮМЕ

Повсеместное распространение носимых устройств с функциями отслеживания физической активности предоставляет широкие возможности их использования в работе врачей и инструкторов лечебной физкультуры. В связи с этим необходимо объективно представлять возможности и ограничения, предоставляемые новыми технологиями мониторинга и анализа состояния пользователей (в том числе, пациентов лечебных и лечебно-профилактических учреждений). Опасно переоценивать значение немедицинских фитнес-трекеров «бытового» уровня в качестве замены сертифицированных устройств мониторинга, но при этом очевидна и перспективность использования подобных технологий для формирования устойчивой мотивации к движению.

Данная статья содержит краткий анализ доступных технологий электронного отслеживания, а также обзор публикаций и исследований, посвящённых различным вопросам, связанным с применением «бытовых» носимых устройств в медицинской практике. Практикующие специалисты могут встретиться с ситуацией запроса по возможности использования фитнес-браслетов от пациентов. Клиницисты должны быть готовы предоставить основную информацию о том, как работают фитнес-трекеры и объяснить пациентам, что трекеры являются инструментом, помогающим в самоконтроле, постановке целей и мотивации. Рекомендуется активнее применять в своей практике такие средства электронного отслеживания, как фитнес-браслеты

*Ключевые слова: фитнес-трекеры, физическая активность, аэробный режим*

## APPLICATION OF ELECTRONIC TRACKING WHEN PLANNING EXERCISES WITH DOSED PHYSICAL LOADS

A.S. Bashkina, A.B. Razumova,  
L.N. Vdovina, A.A. Korshunova

Yaroslavl State Pedagogical University them. K.D. Ushinsky

### SUMMARY

The ubiquity of wearable devices with physical activity tracking functions provides ample opportunities for their use in the work of doctors and exercise therapy instructors. In this regard, it is necessary to objectively present the possibilities and limitations provided by new technologies for monitoring and analyzing the health of users (including patients of medical and medical institutions). It is dangerous to overestimate the importance of non-medical "household" fitness trackers as a replacement for certified monitoring devices, but at the same time, the prospects of using such technologies to form sustainable motivation to be physical active are also obvious. This article contains a brief analysis of the available electronic tracking technologies, as well as an overview of publications and studies on various issues related to the use of "household" wearable devices in medical practice. Practitioners may encounter the situation of requesting fitness trackers from patients. Clinicians should be prepared to provide basic information about how fitness devices work and explain to patients that trackers are a tool to help with self-management, goal setting, and motivation. It is recommended to actively use in your practice such electronic tracking tools as fitness bracelets.

*Key words: Fitness Trackers, Physical Activity, Aerobic Exercise*

По данным Всемирной организации здравоохранения, порядка 60% населения всех стран испытывает гиподинамию, причем в развитых странах распространенность гиподинамии достигает 70%, и распространенность гиподинамии особенно растет среди детей в последнее время. Таким образом, важной представляется задача мотивации населения к физической активности с помощью новых цифровых устройств.

В последнее время электронные средства отслеживания физической активности широко распространяются во всех возрастных категориях. По данным газеты «Ведомости», за первое полугодие 2021 года в России было продано 2,5 млн носимых устройств, 55% которых смарт-часы, 45% — трекеры. По нашим наблюдениям, среди студентов до 10-15% пользуются фитнес-трекерами.

Повсеместное распространение носимых устройств с функциями отслеживания физической активности предоставляет широкие возможности их использования в работе врачей и инструкторов лечебной физкультуры. В связи с этим необходимо объективно представлять возможности и ограничения, предоставляемые новыми технологиями мониторинга и анализа состояния пользователей (в том числе, пациентов лечебных и лечебно-профилактических учреждений). Опасно переоценивать значение немедицинских фитнес-трекеров «бытового» уровня в качестве замены сертифицированных устройств мониторинга, но при этом очевидна и перспективность использования подобных технологий для формирования устойчивой мотивации к движению.

Данная статья содержит краткий анализ доступных технологий электронного отслеживания, а также обзор публикаций и исследований, посвященных различным вопросам, связанным с применением «бытовых» носимых устройств в медицинской практике. Современные научные данные уже позволяют статистически достоверно выделить как сильные, так и слабые стороны данного подхода.

Средства электронного отслеживания предоставляют широкие возможности учёта двигательной активности для тех, кто не может заниматься высокоинтенсивными нагрузками. Для подсчета пройденного расстояния в основном используются две технологии: шагомер, основанный на действии

встроенного акселерометра телефона, а также механизм отслеживания координат устройства на основе GPS, A-GPS, GLONASS и прочих систем геопозиционирования.

Вторая по значимости методика отслеживания активности — измерение пульса. Здесь чаще всего применяется технология фотоплетизмографии, при помощи которой отслеживается изменение объема сосудов. Для этого трекер пропускает сквозь кожу свет с помощью небольшого светодиода на поверхности гаджета, прилегающей к коже, затем оптический датчик регистрирует то, сколько света поглотили ткани организма и кровь, а сколько отразилось обратно. Когда сосуд расширяется и сужается из-за сокращений сердца, меняется и количество света, отраженного от кожи.

Современные сенсоры на базе технологии фотоплетизмографии позволяют отслеживать пульс достаточно точно и в широких пределах — от 30 до 210 ударов в минуту. Другой менее распространённый (но при этом более точный) метод — электрокардиомониторинг, однако, он требует ношения более громоздких нагрудных датчиков. Большой интерес в последнее время привлекла ещё одна используемая во многих носимых устройствах технология спектрофотометрической пульсоксиметрии.

Как правило, смарт-устройства не только записывают исходные данные, но и интерпретируют полученную информацию при помощи встроенных алгоритмов. Так, во время тренировок одновременно записывается пройденное расстояние по датчику навигатора, что помогает оценить не только число шагов и величину, на которую ускорился пульс, но и скорость передвижения, эффективность тренировки и т.п. Многие устройства способны оценивать вариабельность сердечного ритма и, соответственно, состояние вегетативной системы, фазы сна, что также представляет определенный интерес. На основе записанных данных алгоритмы анализа могут выявлять фибрилляцию предсердий, ночное апноэ и гипертонию с высокой степенью точности. Также разработаны приложения, которые могут отслеживать данные, помогающие в постановке диагноза новой коронавирусной инфекции с достаточной степенью достоверности в дополнении к сбору информации о симптомах [1].

Разумеется, следует учитывать, что, во-первых, все полученные данные имеют некоторую степень погрешности (например, световому сигналу могут мешать помехи из-за движения), и, во-вторых, используемые для их обработки алгоритмы могут быть несовершенными. Однако не вызывает особых сомнений тезис о том, что носимые устройства (при грамотном использовании) позволяют достаточно адекватно отслеживать уровень физической активности пользователей. В связи с этим представляется важным вопрос эффективности использования фитнес-трекеров в профилактических программах.

Мета-анализ исследований у женщин показал, что физическая активность была связана со снижением риска основных сердечно-сосудистых заболеваний [2]. Физическая активность улучшает эндотелиальную функцию, тем самым повышая вазодилатацию и вазомоторные функции в кровеносных сосудах [3]. Кроме того, физическая активность способствует снижению веса, уровня гликемии [4], снижению артериального давления [5], нормализации профиля липидов [6,7,8]. Возможное благотворное влияние физической активности на сердечно-сосудистый риск может быть опосредовано, по крайней мере частично, этим воздействием на промежуточные факторы риска. Имеются доказательства прямого воздействия физических нагрузок высокой и средней интенсивности на ферментные системы, в частности, на супероксиддисмутазу [9]. Было обнаружено, что частота сердечных сокращений в состоянии покоя прогностически более точно отражает риски сосудистых и метаболических заболеваний, включая диастолическое артериальное давление, уровни триглицеридов и ИМТ. Было обнаружено, что число шагов связано с содержанием сфинголипидов и церамидов [10]. Таким образом, повышение физической активности (прямо и опосредованно за счет снижения ЧСС покоя и других факторов) ведет к снижению риска сердечно-сосудистых и других заболеваний. Показатели физической активности и ЧСС покоя хорошо фиксируются при помощи носимых устройств и могут учитываться при разработке индивидуальных планов профилактических программ. В систематическом обзоре и метаанализе [11] было продемонстрировано, что

вмешательства, сочетающие носимые трекеры активности с консультациями медицинских работников, были связаны со значительным улучшением уровней физической активности у людей с сердечно-метаболическими заболеваниями.

Дополнительно стоит отметить, что регулярные физические нагрузки снижают риск сердечно-сосудистых заболеваний на 35% [12], что сравнимо со снижением риска при приеме статинов, которые на 31% чаще уменьшали частоту первичных сердечно-сосудистых событий, чем в группе плацебо ( $P < 0,001$ ) [13]. Мы видим действительно сопоставимый процент уменьшения риска сердечно-сосудистых заболеваний, причем для медикаментозной терапии характерны побочные эффекты и осложнения, а также зачастую достаточно высокая финансовая стоимость. Однако как мы полагаем, врачами общей практики рекомендации по повышению уровня физической нагрузки даются в малом или ничтожном объеме по сравнению с теми же статинами. Оптимальными в плане сохранения здоровья считаются регулярные аэробные упражнения и высокая повседневная активность. Вместе с тем в большинстве исследований сообщается об увеличении физической активности после начала использования носимых устройств [14].

На большинстве носимых устройств в качестве целевого используется количество шагов, равное 10000. Обычно взрослые люди выполняют от 4000 до 18000 шагов в день, и 10000 шагов в день является адекватной целью для здоровых взрослых, хотя есть заметные «малоактивные группы населения», включая людей с удаленным режимом работы. Далее даны предварительные рекомендации в качестве ориентира для определения того, сколько шагов в день достаточно для улучшения здоровья [15]. <5000 шагов Сидячий образ жизни 5000-7499 шагов Недостаточно активный образ жизни 7500-9999 шагов Достаточно активный образ жизни 10000-11499 активный образ жизни > 12500 высокоактивный образ жизни. Преимущество пропагандирования цели в 10000 шагов в день было подчеркнуто в исследовании, которое показало, что люди ходят больше, когда им рекомендуется сделать 10000 шагов за день по сравнению с теми, кому рекомендовано совершить 30-минутную быструю прогулку

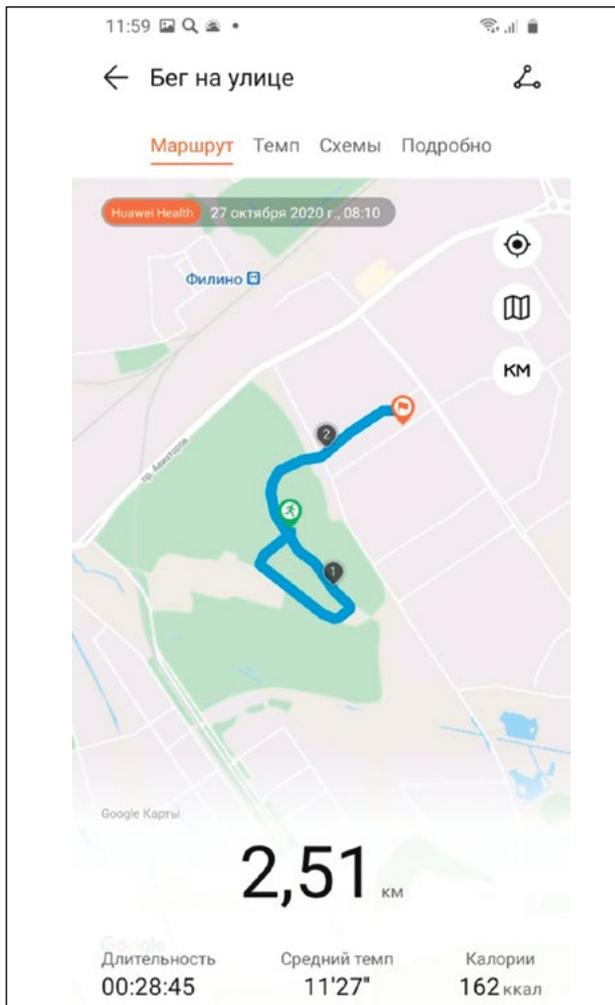


Рис. 1.

[16]. Это исследование показало, что продвижение цели «10000 шагов в день» может удовлетворить очень большое количество населения.

При контроле ежедневного прохождения шагов с помощью фитнес-браслетов оказалось, что у пожилых женщин прохождение большего числа шагов в день с прогрессивным увеличением до 7500 было ассоциировано с меньшей смертностью от всех причин [17]. Однако мы не можем исключить частично и обратную связь в виде того, что именно плохое физическое состояние вызывает малую физическую активность. Так, по данным исследования [18] использование носимых трекеров было связано с повышенной физической активностью, однако при анализе подгрупп носимые трекеры не продемонстрировали явной пользы для физической активности или снижения веса.

Тем не менее, цель в 10000 шагов в день обычно ориентирована на количество сделанных шагов, а не на интенсивность нагрузки. Поэтому важно от-

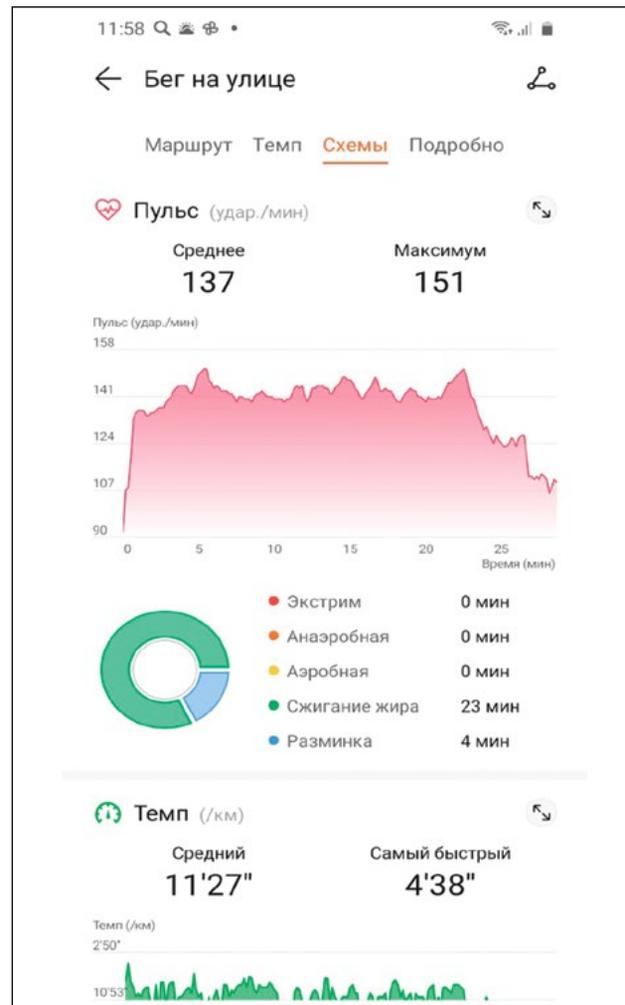


Рис. 2

метить, что рекомендация 10000 шагов — это всего лишь один из способов достижения необходимого уровня физической активности.

Средства электронного отслеживания также помогают в планировании и оценке активных физических нагрузок. В качестве примера приведены скриншоты программы оценивания фитнес-браслета фирмы Huawei. См. рис. 1. и рис. 2.

Программы с применением технологии электронного отслеживания физической нагрузки давали больший положительный результат, чем в контроле, однако эффект программ физической активности с использованием фитнес-браслетов статистически не превышал эффект от программ с активным контролем [19]. Согласно [20], использование носимых трекеров активности эффективно улучшает сознательное поведение при выполнении упражнений, включая ежедневные шаги и еженедельную физическую активность от умеренной до высокой, но неэффективно для изменения при-

вычного поведения, такого как легкая физическая активность и малоподвижный образ жизни.

Многие пользователи приложений позитивно реагируют на цифровое подтверждение того, сколько шагов они делают каждый день, и заинтригованы наблюдением за данными о своем сне и ежедневной частоте сердечных сокращений. Это неудивительно — положительная обратная связь считается важным элементом в постоянном стремлении к достижению цели [21].

Геймификацию заботы о здоровье также можно считать полезной для здоровья [22]. Нам куда проще проходить десять тысяч шагов или соблюдать рацион питания, если гаджеты делают из этого игру и результатами можно поделиться с близкими или коллегами. Возможность сравнивать себя с другими и отслеживать свой прогресс с помощью красочных графиков, диаграмм и анимации превращает упражнения в игру, а игровая деятельность даже у взрослых вызывает неподдельный интерес. Но с этим тоже не всё однозначно — так, в работе [23] были систематически исследованы доступные приложения для здоровья, содержащие игровые элементы, и в результате не было обнаружено корреляции между пользовательским рейтингом (возможный косвенный показатель пользы для здоровья) и игровым содержанием приложений (уровнем геймификации).

В одном из исследований было изучено влияние двух коммуникативных характеристик носимых фитнес-устройств — социального обмена и социальной конкуренции - на намерение людей заниматься спортом. Опираясь на опросы пользователей носимых браслетов, было обнаружено, что социальный обмен и соревнование существенно влияют на намерения заниматься упражнениями, и эти намерения связаны с оценкой другими людьми, верой в одобрение и предполагаемым контролем над упражнениями [24]. При этом стоит отметить, что предпочтения пользователей в отношении социальных функций неоднозначны: одни чувствуют себя более мотивированными социальной поддержкой и конкуренцией, в то время как другие выражают озабоченность по поводу сравнения [25].

Из отрицательных моментов использования фитнес-браслетов стоит отметить, что они могут усилить социально-экономическое неравенство в

отношении здоровья [26]. Важно учитывать потенциальные проблемы конфиденциальности, связанные со сбором данных с помощью фитнес-трекеров [27]. Кроме того, достаточно крупное исследование, проведенное в 2015 году (участвовало 470 человек) показало, что фитнес-браслеты способствовали меньшей потере веса в программах похудения, чем в контроле: по истечении двух лет те, у кого нет доступа к носимым устройствам, потеряли в среднем 5,8 кг. Те, у кого есть носимые устройства, потеряли в среднем 3,5 кг, однако применялись достаточно неудобные носимые формы [28]. Согласно менее крупному исследованию на 78 пациентах, сравнивающему ношение фитнес-браслетов и программу активного контроля снижения веса, и то и другое было связано с примерно одинаковыми улучшениями, и оба метода вместе давали больший прирост улучшений, чем по отдельности [29]. Показано, что мониторы активности уже достаточно широко внедряются в практику проводимых клинических исследований пациентов после инсульта (для контроля и повышения физической активности) [30].

Несмотря на сочетание положительных и отрицательных результатов исследований и растущую обеспокоенность по поводу того, что носимые технологии недостаточно мотивируют, для профессионалов в сфере восстановительной медицины важно понимать, что это всего лишь инструменты и их ценность заключается в помощи в достижении целей (например, в повышении физической активности), а не в замене специалистов.

В плане повышения мотивации занятий физической активностью важен психологический настрой. Важно осознать положительные сдвиги от физической деятельности: важно, чтобы человек осознал непосредственный положительный эффект от физических упражнений сразу после выполнения упражнения: прилив энергии, длительный подъем настроения. Сделать это можно, ведя дневник наблюдений за своим самочувствием. Отдаленные цели, такие как увеличенная продолжительность жизни и уменьшение рисков различных заболеваний, по данным большинства исследователей, мотивируют гораздо хуже [31].

Таким образом, мы наблюдаем новую и быстро развивающуюся отрасль технологий для отсле-

живания физической активности. Практикующие специалисты могут встретиться с ситуацией запроса по возможности использования фитнес-браслетов от пациентов. Клиницисты должны быть готовы предоставить основную информацию о том, как работают фитнес-трекеры, и объяснить пациентам, что трекеры являются инструментом, помогающим в самоконтроле, постановке целей и мотивации. Средства электронного отслеживания могут оказать существенную помощь, помогая пациенту понять его или ее текущий уровень активности, и отслеживать прогресс с течением времени. Рекомендуется активнее применять в своей практике такие средства электронного отслеживания, как фитнес-браслеты, для контроля вхождения в аэробную зону при дозированных физических нагрузках (ходьба, плавание, бег) и общего количества шагов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Quer, G., Radin, J.M., Gadaleta, M. et al. Wearable sensor data and self-reported symptoms for COVID-19 detection. *Nat Med* (2020). <https://doi.org/10.1038/s41591-020-1123-x>.
2. Oguma Y, Shinoda-Tagawa T. Physical activity decreases cardiovascular disease risk in women: review and meta-analysis. *Am J Prev Med*. 2004;26(5):407–418.
3. Lee CD, Folsom AR, Blair SN. Physical activity and stroke risk: a meta-analysis. *Stroke*. 2003;34(10):2475–2481 (Epub 2003 Sep 18).
4. Rogers MA. Acute effects of exercise on glucose tolerance in non-insulin-dependent diabetes. *Med Sci Sports Exerc*. 1989;21(4):362–368. 204. Schneider SH et al. Ten-year experience with an exercise-based outpatient life-style modification program in the treatment of diabetes mellitus. *Diabetes Care*. 1992;15(11):1800–1810.
5. Whelton SP et al. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med*. 2002;136(7):493–503.
6. Wei M et al. Changes in lipids associated with change in regular exercise in free-living men. *J Clin Epidemiol*. 1997;50(10):1137–1142. 207.
7. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Walking and non-HDL-C in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Prev Cardiol*. 2005;8(2):102–107. 208.
8. Kelley GA, Kelley KS, Vu Tran Z. Aerobic exercise, lipids and lipoproteins in overweight and obese adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2005;29(8):881–893.
9. *Am J Physiol*. 1993 Dec;265 (6 Pt 2):H2094-8. Rigorous exercise training increases superoxide dismutase activity in ventricular myocardium. Powers SK1, Criswell D, Lawler J, Martin D, Lieu FK, Ji LL, Herb RA. DOI: 10.1152/ajpheart.1993.265.6.H2094.
10. Lim WK, Davila S, Teo JX, Yang C, Pua CJ, et al. (2018) Beyond fitness tracking: The use of consumer-grade wearable data from normal volunteers in cardiovascular and lipidomics research. *PLoS Biology* 16(2): e2004285. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2004285>.
11. Hodkinson A., Kontopantelis E., Adeniji C., van Marwijk H., McMillian B., Bower P., Panagioti M. Interventions Using Wearable Physical Activity Trackers Among Adults With Cardiometabolic Conditions: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2021 Jul 1;4(7). doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.16382. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34283229/>.
12. Nocon M, Hiemann T, Müller-Riemenschneider F, Association of physical activity with all-cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2008 Jun;15(3):239-46. doi: 10.1097/HJR.0b013e3282f55e09.
13. Shepherd J et al. Prevention of coronary heart disease with pravastatin in men with hypercholesterolemia. West of Scotland Coronary Prevention Study Group. *N Engl J Med*. 1995;333(20):1301–1307.
14. Scott J Strath, Taylor W Rowley, Wearables for Promoting Physical Activity, *Clinical Chemistry*, Volume 64, Issue 1, 1 January 2018, Pages 53–63, <https://doi.org/10.1373/clinchem.2017.272369>.
15. Tudor-Locke C, Johnson WD, Katzmarzyk PT. Accelerometer-determined steps per day in US adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41:1384–1391. doi: 10.1249/MSS.0b013e318199885c.
16. Hultquist CN, Albright C, Thompson DL. Comparison of walking recommendations in previously inactive women. *Med Sci Sports Exerc*. 2005 Apr;37(4):676-83. doi: 10.1249/01.mss.0000158993.39760.1b.
17. Lee IM, Shiroma EJ, Kamada M, Bassett DR, Matthews CE, Buring JE. Association of Step Volume and Intensity With All-Cause Mortality in Older Women. *JAMA Intern Med*. 2019 May 29;179(8):1105–12. doi: 10.1001/jamainternmed.2019.0899.
18. Tang M.S.S., Moore K., McGavigan A., Clark R.A., Ganesan

- A.N. Effectiveness of Wearable Trackers on Physical Activity in Healthy Adults: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020 Jul 22;8(7):e15576. doi: 10.2196/15576. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32706685/>.
19. Lynch C., Bird S., Lythgo N., Selva-Rajl. Changing the Physical Activity Behavior of Adults With Fitness Trackers: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Health Promot*. 2020 May;34(4):418-430. doi: 10.1177/0890117119895204. Epub 2019 Dec 20.
  20. Li C., Chen X., Bi X. Wearable activity trackers for promoting physical activity: A systematic meta-analytic review. *Int J Med Inform*. 2021 Aug;152:104487. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2021.104487. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34020170/>.
  21. Carver, C. S., & Scheier, M. F. (2000). On the structure of behavioral self-regulation. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (p. 41–84). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50032-9>.
  22. Yang Y., Koenigstorfer J. Determinants of Fitness App Usage and Moderating Impacts of Education-, Motivation-, and Gamification-Related App Features on Physical Activity Intentions: Cross-sectional Survey Study. *J Med Internet Res*. 2021 Jul 13;23(7):e26063. doi: 10.2196/26063. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34255656>.
  23. Edwards E.A., Lumsden J., Rivas C., Steed L., Edwards L.A., Thiyagarajan A., Sohanpal R., Caton H., Griffiths C.J., Munafò M.R., Taylor S., Walton R.T. Gamification for health promotion: systematic review of behaviour change techniques in smartphone apps. *BMJ Open*. 2016 Oct 4;6(10):e012447. doi: 10.1136/bmjopen-2016-012447. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27707829>.
  24. Zhu Y, Dailey SL, Kreitzberg D, Bernhardt J. «Social Networkout»: Connecting Social Features of Wearable Fitness Trackers with Physical Exercise. *J Health Commun*. 2017 Dec;22(12):974-980. doi: 10.1080/10810730.2017.1382617.
  25. Tong H.L., Laranjo L. The use of social features in mobile health interventions to promote physical activity: a systematic review. *NPJ Digit Med*. 2018 Sep 4;1:43. doi: 10.1038/s41746-018-0051-3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6550193>.
  26. Allen LN, Christie GP The Emergence of Personalized Health Technology *J Med Internet Res* 2016;18(5):e99 DOI: 10.2196/jmir.5357.
  27. Filkins BL, Kim JY, Roberts B, et al. Privacy and security in the era of digital health: what should translational researchers know and do about it? *Am J Transl Res*. 2016;8(3):1560–1580
  28. Jakicic, J. M., Davis, K. K., Rogers, R. J., King, W. C., Marcus, M. D., Helsel, D., Rickman, A. D., Wahed, A. S., & Belle, S. H. (2016). Effect of Wearable Technology Combined With a Lifestyle Intervention on Long-term Weight Loss: The IDEA Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 316(11), 1161–1171. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.12858>
  29. Karissa L. Peyer, Laura D. Ellingson, Kathryn Bus, Sarah A. Walsh, Warren D. Franke, Gregory J. Welk, Comparative effectiveness of guided weight loss and physical activity monitoring for weight loss and metabolic risks: A pilot study, *Preventive Medicine Reports*, Volume 6, 2017, Pages 271–277, ISSN 2211-3355 <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2017.03.002>.
  30. Segar, Michelle. (2017). Activity tracking + motivation science: allies to keep people moving for a lifetime. *ACSM s Health & Fitness Journal*. 21. 8-17. 10.1249/FIT.0000000000000309.
  31. Lynch E.A., Jones T.M., Simpson D.B., Fini N.A., Kuys S.S., Borschmann K., Kramer S., Johnson L., Callisaya M.L., Mahendran N., Janssen H., English C. Activity monitors for increasing physical activity in adult stroke survivors. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Jul 27;7(7):CD012543. doi: 10.1002/14651858.CD012543.pub2. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30051462/>.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Башкина Александра Сергеевна*, д.м.н., доцент кафедры медицины Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского» им. К.Д. Ушинского Адрес: г. Ярославль, ул. Республиканская, 108. Тел. 8-903-828-72-17, e-mail: sashasn@mail.ru (ответственная за переписку); *Разумова Анжелика Борисовна*, к.х.н., доцент, зав.кафедрой безопасности жизнедеятельности, декан Естественно-географического факультета ЯГПУ им. К.Д. Ушинского; *Вдовина Людмила Николаевна*, к.б.н., доцент кафедры медицины ЯГПУ им. К.Д. Ушинского; *Коршунова Александра Александровна*, аспирант кафедры медицины ЯГПУ им. К.Д. Ушинского.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТЬЮ К РАЗВИТИЮ ВЫНОСЛИВОСТИ У СПОРТСМЕНОВ

УДК 796/799

Н.М. Рахимова

Республиканский научно-практический центр спортивной медицины  
при НОК Узбекистана (Ташкент, Узбекистан)

### РЕЗЮМЕ

Признанным является тот факт, что индивидуальная изменчивость аэробных результатов и способность стать элитным спортсменом в видах на спортивную выносливость имеют непосредственную генетическую предрасположенность.

В этом обзоре рассмотрены полиморфизмы некоторых генетических маркеров, ассоциированных с предрасположенностью к развитию выносливости. Описаны гены- кандидаты на проявление выносливости в спортивной деятельности.

**Ключевые слова:** GWAS; спортсмены; выносливость; генотип; полиморфизм.

## CHARACTERISTICS OF GENETIC MARKERS ASSOCIATED WITH A PREDISPOSITION TO THE DEVELOPMENT OF ENDURANCE IN ATHLETES

N. M. Rakhimova

Republican Scientific and Practical Center of Sports Medicine at the NOC of Uzbekistan (Tashkent, Uzbekistan)

### SUMMARY

It is recognized that the individual variability of aerobic results and the ability to become an elite athlete in sports endurance sports have a direct genetic predisposition.

This review examines the polymorphisms of some genetic markers associated with a predisposition to the development of endurance. Candidate genes for the manifestation of endurance in sports activity are described.

**Keywords:** GWAS, athletes; endurance; genotype; polymorphism.

Большой объем собранных на сегодняшний день в молекулярной биологии данных свидетельствует о том, что генетические маркеры могут объяснить, в частности, вариабельность аэробных эксплуатационных характеристик в ответ на тренировки на выносливость [1,2,3]. С доступностью проведения учеными исследований по генотипированию, было опубликовано большое количество работ, в которых оценивались варианты генов-кандидатов, в основном с гипотезами, подтверждающих связь со статусом элитного спортсмена [1,4,5].

Целью этого систематического обзора является оценка некоторых генетических вариаций и полиморфизмов на выносливость, мышечную силу и восприимчивость к травмам в соревновательных видах спорта. В этом обзоре обобщается понимание связи между полиморфизмом ДНК и спортивными

результатами генов-кандидатов на проявление выносливости в спортивной деятельности. Поиск подходящих исследований был проведен в электронных базах данных PubMed и Web of Science.

Выносливость или аэробная работоспособность — это способность человека к продолжительному выполнению физических нагрузок умеренной интенсивности с энергообеспечением, обусловленным преимущественно за счет реакций окислительного фосфорилирования. Чем ниже уровень выносливости, который чаще всего определяется по уровню максимальной скорости потребления кислорода организмом (МПК), тем более значительны факторы риска смертности независимо от пола, этнической принадлежности и наличия заболеваний [55,56]. У людей, ведущих малоподвижный образ жизни, аэробная работо-

способность значительно снижена в то время как у высококвалифицированных спортсменов, тренирующих выносливость (стайеров и средневики квалификации МСМК и ЗМС) она находится на предельно высоком уровне [57]. Уровень аэробной работоспособности человека в наибольшей степени определяется возможностями сердечно-сосудистой системы по доставке кислорода к работающим мышцам (ударный объема сердца, гемоглобиновая масса и объем циркулирующей крови, капиллярная плотность скелетных мышц и миокарда) и от способности работающих мышц утилизировать доставляемый кислород (окислительные возможности мышц/митохондриальная плотность) [58].

Хотя увеличение физической активности является основной причиной улучшения выносливости, появляется все больше свидетельств того, что исходный уровень аэробной работоспособности, а также реакция на регулярные физические упражнения аэробной направленности существенно различаются у разных людей и генетически детерминированы [59]. Высокий исходный уровень аэробной работоспособности говорит о большой одаренности как профессионального, так и начинающего спортсмена в видах спорта на выносливость.

Полногеномное ассоциативное исследование (GWAS) — это новый подход, который включает быстрое сканирование нескольких сотен тысяч (до 5 миллионов) маркеров в полных наборах ДНК множества людей с целью поиска генетических вариаций, связанных с определенным признаком. Одним из преимуществ подхода GWAS является то, что он не предвзят в отношении структуры генома и предыдущих знаний о признаке (без гипотез), в отличие от исследований генов-кандидатов, где знание о признаке используется для идентификации локусов-кандидатов, способствующих выявлению интересующего в спорте качества [2,6].

Понимание генетической детерминированности спортивных результатов привносит ясность в разработку подходов к выявлению спортивных талантов. Исследования, связанные с молекулярными предикторами, выявили ряд потенциально важных полиморфизмов ДНК, способствующих предрасположенности к успешности в определенных видах спорта. Поиск литературы (период: 1999 – 2021 гг.)

показал, что по крайней мере 120 генетических маркеров связаны со статусом элитного спортсмена (77 генетических маркеров, связанных с выносливостью, и 43 генетических маркера, связанных с мощностью/силой). Примечательно, что 11 (9%) из этих генетических маркеров (маркеры выносливости: ACE I, ACTN3 577X, PPARA rs4253778 G, PPARGC1A Gly482; маркеры мощности/силы: ACE D, ACTN3 Arg577, AMPD1 Gln12, HIF1A 582Ser, MTHFR rs1801131 C, NOS3 rs2070744 T, PPARG 12Ala) показали положительную связь со статусом спортсмена в трех или более исследованиях и шести маркерах (CREM rs1531550 A, DMD rs939787 T, GALNT13 rs10196189 G, NFIA-AS1 rs1572RBF0X1 C, NFIA-AS1 rs1572RBF0X1 rs7191721 G, TSHR rs7144481 C) были идентифицированы после проведения полногеномных ассоциативных исследований (GWAS) спортсменов разных стран [1,7]. С другой стороны, значимость 29 (24%) маркеров не была воспроизведена по крайней мере в одном исследовании. Весь этот период перед учеными возникала осознание необходимости дальнейших исследований, в том числе многоцентровых GWAS, секвенирования всего генома, эпигенетического, транскриптомного, протеомного и метаболического профилирования, а также проведения мета-анализов на больших когортах спортсменов, прежде чем эти результаты можно будет распространить в спортивной практике [6,7].

В доступной литературе описано, как минимум, 48 генетических маркеров, ассоциированных с развитием и проявлением выносливости. Эти маркеры локализованы в генах, мтДНК и Y-хромосоме и были обнаружены в результате исследований по типу «случай – контроль» (спортсмены – контрольная группа). Некоторые из них изучены в научно-практическом центре спортивной медицины Узбекистана [8]. Краткое описание некоторых генных маркеров, признанных в контексте выносливости физической работоспособности человека представлено ниже:

ACE локализация 17q23.3 полиморфизм Alu I/D маркер выносливости I. К данному моменту накоплено множество данных об ассоциации полиморфизма гена ACE (D аллеля) [9]. Ген, кодирующий ангиотензинпревращающий фермент — наиболее изученный как «ген производительности», связанный с выносливостью, бегом на короткие дис-

танции, а также с другими морфо- и фенотипами силы и с высокой производительностью. Циркулирующий ACE ген оказывает тоническую регулирующую функцию в гомеостазе кровообращения. Был идентифицирован полиморфизм (rs1799752) гена ACE человека (17q22-q24), при котором наличие (вставка, аллель I), а не отсутствие (делеция, аллель D) фрагмента вставки Alu-последовательности длиной 287 п.н. с более низкой активностью АПФ в сыворотке и тканях. Ахметов в своей работе показал, что избыток аллеля I был связан с некоторыми аспектами выносливости [1,10]. Точно так же несколько исследований показали, что ACE аллель D связан с большей силой и мышечными объемами на исходном уровне, а также с повышенным процентом быстросокращающихся мышечных волокон. Кроме того, аллель ACE D был связан со статусом элитного силового спортсмена [11,12]. Имеет взаимосвязь с риском развития: инфаркта миокарда, артериальной гипертензии, ГМЛЖ, гипертрофической кардиомиопатии, ожирения, заболеваний почек и сосудистых осложнений сахарного диабета 2-го типа, в том числе у спортсменов [11,13].

ACE — наиболее изучаемый ген в генетике физической активности (более 60 публикаций). С ACE I аллелем связывают предрасположенность к видам физической активности, ассоциированными с выносливостью и устойчивости к гипоксии в различных условиях. Так, преобладание ACE I аллеля (или ACE II генотипа) по сравнению с контрольной группой (или спринтерами) обнаружено у стайеров (бег на 5000 м и более) и описано S. Myerson и соавторами еще в 1999 году [14]. Также прослеживается связь данного аллеля с высокой механической эффективностью скелетных мышц [11].

ADRB2 16Arg аллель гена в 10q24-q26 локализации  $\beta$ -2 адренергического рецептора, полиморфизма 6.7/6.3 kb, маркер выносливости 6.7-kb.  $\beta$ -2 адренергические рецепторы, являясь членами рецепторов G-белка, участвуют в экспрессии и регуляции комплексных функций эндокринной, сердечно-сосудистой, легочной и центральной нервной систем [15 16] Будучи локализованным в жировой ткани,  $\beta$ -2 адренергический рецептор вынужден стимулировать расщепление глицерола и триглицеридов свободных жирных кислот, влияющих на

расход энергии и процессы липолиза. [16].

Gly16Arg полиморфизм (rs1042713 G/A), ассоциированный со сниженной бронходилатацией, значениями сердечного выброса в покое, пониженным уровнем систолического артериального давления и уменьшением риска развития ожирения [17,18], расположен в 1-м экзоне гена ADRB2. Исследователями, работавшими в рамках проекта «Genathlete Study» обнаружено превалирование частоты по сравнению с контрольной группой у элитных спортсменов в группе выносливости. Так, 16Arg аллель можно ассоциировать с предрасположенностью к развитию и проявлению выносливости [1,15,17,18].

AMPD1 – Gln12 аллель гена АМФ-дезаминазы в локализации 1p13 полиморфизма Gln12Ter (rs17602729 C/T), маркер выносливости Gln12.

Во время выполнения интенсивных физических упражнений содержание АТФ в мышечных волокнах уменьшается до ~50%, и в них происходит накопление АМФ. Ахметовым [1] описан миокиназный механизм анаэробного ресинтеза АТФ в скелетных мышцах, где активация фермента АМФ-дезаминазы катализирует процесс дезаминирования АМФ (2), вследствие чего образуется ИМФ и аммиак — биохимический индикатор интенсивности физического упражнения. Необратимая реакция, катализируемая АМФ-дезаминазой, смещает равновесие миокиназной реакции в сторону образования АТФ за счет обеспечения ресинтеза АТФ при мышечном утомлении клетки. Вследствие аккумуляции АМФ активируется АМФ-протеинкиназа, что вызывает усиленное окисление жиров, тем самым, ускоряя интенсивность транспорта глюкозы в мышечных клетках. Аденозинмонофосфатдезаминаза (AMPD1) – это наиболее весомый и важный регулятор метаболизма мышечной энергии в период физической активности. AMPD1, также известная как миоаденилатдезаминаза, по содержанию преобладающая во всех волокнах скелетных мышц. Ген, кодирующий эту специфичную для скелетных мышц изоформу (AMPD1), расположен на хромосоме 1 (1p13). AMPD1, который в основном экспрессируется в быстросокращающихся (тип II) мышечных волокнах. Дифференциальная экспрессия гена AMPD1 может способствовать количественным вариациям активности фермента в мышечных группах с различными типами волокон. Так называ-

емая нонсенс-мутация с34С>Т (переход С в Т в нуклеотиде 34, p.Gln12X, rs17602729) в экзоне 2 AMPD1 ген превращает глутаминовый кодон (CAA) в кодон преждевременной остановки (TAA), что приводит к прекращению синтеза белка, являясь основной причиной дефицита AMPD [19]. Как описано R.Grealy и соавторами [18], этот полиморфизм (rs17602729) в гене AMPD1 является распространенным полиморфизмом среди представителей европеоидной расы, который может нарушать переносимость физических нагрузок. Аллель AMPD1C может помочь спортсменам достичь элитного статуса в силовых видах спорта [1,18,19]. Таким образом, энергетический метаболизм в работе скелетных мышц регулируется АМФ-дезаминазой [19].

BDKRB2 9я аллель гена брадикининового рецептора  $\beta 2$  локализации 14q32.1-q32.2. Брадикинин — полипептид, относящийся к группе кининов, образующийся при активации калликреин-кининовой системы крови. Ангиотензин-I-превращающий фермент (АПФ) превращает ангиотензин-I в ангиотензин-II и расщепляет брадикинин на неактивные энзимы. Ингибирование этого фермента ослабляет деградацию кининов и усиливает действие кининов во многих фармакологических исследованиях. Кинины являются очень сильными сосудорасширяющими пептидами, которые снижают артериальное давление за счет понижения сосудистого сопротивления. В экспериментальных условиях *in vitro* кинины опосредовали многие метаболические и гемодинамические эффекты ингибиторов АПФ, оказывающих влияние на сосудистую систему [20]. Гены кинин-индуцируемого рецептора B1 (B(1)R) и конститутивного рецептора B2 (B(2)R) содержат функциональные варианты: B(1)R-699C (а не G) и B(2)R. Аллели (-9) (а не +9) связаны с большей экспрессией мРНК, а аллель B(2)R(-9) со сниженной гипертрофической реакцией левого желудочка [1,21]. Брадикинин способствует снижению сосудистого тонуса и артериального давления. Далее усиливается проницаемость капилляров, способствует сокращению гладкой мускулатуры бронхов и других органов. Брадикинин, повышая ударный объем желудочков, способствует защите клеток миокарда от ишемии. Также, обладая инсулиноподобным действием, стимулирует передачу глюкозы периферическими тканями, этот же механизм

наблюдается и в передаче нервных импульсов в ЦНС и периферическую нервную систему [22].

Брадикининовый рецептор  $\beta 2$  экспрессируется в эндотелии и в других тканях и кодируется геном BDKRB2 (локализация: 14q32.1-q32.2). В исследованиях Ахметова И. 2008 года описано, что наличие BDKRB2 -9/-9 генотипа показало у элитных гребцов в заезде на 1000 м преимущество по сравнению с носителями +9/+9 генотипа [22]. В работе A.G. Williams и соавторов (2004) было показано, что BDKRB2 -9 аллель ассоциируется с повышенной эффективностью мышечного сокращения. В том же исследовании на примере британских легкоатлетов наблюдалось повышение частоты BDKRB2 -9 аллеля с увеличением длины профильной дистанции атлетов [26]. BDKRB2 +9 аллель ассоциируется с риском развития гипертрофии миокарда у спортсменов в ответ на длительные физические нагрузки [23,26]. Таким образом, BDKRB2 -9 аллель ассоциирован с высокой физической работоспособностью и выносливостью.

HIF1A ген фактора, индуцируемого гипоксией 1 в локализации 14q21-q24 полиморфизма Pro582Ser (rs11549465 C/T), маркер выносливости Pro582 является транскрипционным регулятором экспрессии генов, который обеспечивает адаптацию клеток к гипоксии. Гетеродимер HIF-1 состоит из субъединиц - HIF-1 и HIF-1 . Экспрессия HIF-1 A и уровень этого белка связана с концентрацией и парциального давления кислорода в крови; с чем связано, что активность HIF-1 повышается при состоянии гипоксии [24]. Экспрессия гена наиболее высока в быстрых гликолитических мышечных волокнах по сравнению с медленными волокнами [25]. HIF1A вовлечен в гликолиз (гены фосфофруктокиназы, фосфоглицераткиназы, альдолазы, актатдегидрогеназы, пируваткиназы), фактора роста эндотелия сосудов (VEGF), транспорт глюкозы (гены переносчиков глюкозы семейства GLUT) и ангиогенез (гены эритропоэтина (EPO), рецептора к VEGF 1-го типа 120 [5,16]. В гене HIF1A кодирующей субъединицы 1 фактора гипоксии обнаружен Pro582Ser полиморфизм, представляющий собой замену цитозина на тимин в 12-м экзоне в локализации: 14q21-q24), (rs11549465 C/T), что приводит к повышению активности транскрипции аллеля гена, повышает устойчивость клеток к

гипоксии, способствует анаэробному обеспечению мышечной деятельности, что снижает аэробные возможности организма. Другими исследователями описаны данные ассоциации HIF1A 582Ser аллеля с низким приростом МПК в результате физической нагрузки у нетренированной группы и преобладанием быстрых мышечных волокон у гребцов [3,24].

PPARs 4253778 G аллель гена, активируется пролифераторами пероксисом (PPAR) семейства ядерных рецепторов. PPARs регулирует транскрипцию и кодирует белки промоторов генов углеводного и жирового метаболизма, специфически связывающиеся с PPAR-чувствительными элементами. У человека данные белки не вызывают пролиферацию пероксисом, однако у всех позвоночных организмов они именуются как PPAR [27]. Транскрипционные факторы, контролирующие экспрессию нескольких десятков генов, включены в обмен углеводов и жиров. Механизм регуляции заключается в повышении активности одних генов и в подавлении активности других. Гены PPARA, PPARG и PPARC, кодирующие белки PPAR человека, локализованы на разных хромосомах, хотя имеют схожую структуру. Они состоят из 6–8 кодирующих экзонов, один из которых несет информацию об N-конце домена A/B-домене, два других — о цинковых компонентах ДНК-связывающего домена, четвертый — о стержневом регионе и два о лиганд-связывающем домене [27,28]. Ген PPARGC1A (PGC1A; локализация: 4p15.1) Gly 482 аллель. При длительных физических нагрузках интенсивность метаболических процессов в миокарде и скелетных мышцах увеличивается за счет возрастания числа митохондрий в клетках и окисления ЖК. Продолжительные аэробные тренировки (например, марафонский бег или бег на 10 000 м) имеют зависимость от циркулирующих свободных жирных кислот и глюкозы. Напротив, спринтерские и силовые соревнования на короткие дистанции зависят от анаэробных путей, которые особенно опосредованы с запасами внутримышечного креатинфосфата, АТФ и глюкозы. В PPARC и PPARGC1A происходит модуляция экспрессии нескольких генов, которые участвуют в метаболизме свободных жирных кислот и углеводов и играют важную роль в регуляции энергоснабжения скелетных мышц спортсменов в аэробном пути [28].

PPARGC1A кодирующий коактиватор PGC-1 PPAR. Он вносит существенный вклад в возникновение метаболических изменений, уровень экспрессии которого зависит от возрастаемых запросов тканей в окислительном фосфорилировании субстратов. D.Krämer провел в 2006 году обследование элитных велогонщиков и показал, что экспрессия гена PPARGC1A в скелетных мышцах на длинные дистанции значительно выше относительно контрольной группы [29]. Интенсивность процессов метаболизма в клетках миокарда и скелетных мышцах при длительных физических нагрузках значительно возрастает за счет усиления окисления ЖК и увеличения митохондрий в клетках. Воздействие на факторы транскрипции запускает активацию процессов термогенеза, повышает секрецию инсулина и катаболическое воздействие на жировую массу стимуляцию образования митохондрий, усиление окислительных процессов путем индукции UCP2 и TFAM; регуляцию состава мышечных волокон, регуляцию транспорта глюкозы, глюконеогенеза, липо- и хондрогенеза [29,30]. В результате обработки ненасыщенными ЖК увеличивается экспрессия гена PPARGC1A, при том, что насыщенные ЖК такими свойствами не обладают. PPARGC1A наряду с PPARA проявляет активацию в миокарде, с переключением метаболизма с углеводного на жировой. Также повышению экспрессии PPARGC1A способствует голодание [1,31,32]. Предполагаемая связь генотипа PPARGC1A Gly/Gly + PPARC CC на выносливость подтверждается тем, что белок PPARGC1A контролирует мышечную пластичность, подавляет воспалительные реакции, что дает основание предположить, что более высокая экспрессия PPARGC1A и PPARC способствуют повышению выносливости атлетов за счет значительного окислительного стресса и воспалительной реакции, вызванными интенсивными упражнениями на выносливость, что приводит к значительному снижению способности к восстановлению в ходе тренировочного процесса [32].

UCP2 ген 55Val аллель гена разобщающего белка 2. Разобщающие белки UCP1, UCP2, UCP3, UCP4 относятся к семейству митохондриальных переносчиков и являются белками внутренней мембраны в оргanelлах. UCP2 участвует в регуляции обмена жиров и расхода энергии, в процессах термогенеза, защите

от реактивных форм кислорода, в секреции инсулина, нейропротекции [33]. Экспрессия гена UCP2 в локализации 11q13 отмечается в сердце, легких, в жировых тканях, почках и печени, клетках поджелудочной железы и в меньшей степени – в скелетных мышцах, нервной ткани. В ответ на тренировку аэробной направленности в скелетных мышцах человека возрастает экспрессия гена UCP2. Установлено, что в UCP2 наиболее изученным полиморфизмом гена является вариация Ala55Val (rs660339C/T). UCP2 55Val аллель ассоциируется с высокой метаболической эффективностью мышечной деятельности и физической активностью. В этом случае UCP2 55Val аллель можно рассматривать как аллель, благоприятствующий проявлению выносливости. Поскольку носители генотипа Val/Val входят в группу риска проявления метаболических расстройств, то им рекомендовано проявлять высокую физическую активность на протяжении всей жизни [34].

UCP3Rs1800849 T аллель гена разобщающего белка 3. Термогенины — это белки, участвующие в функции разобщения окисления и фосфорилирования в миокарде митохондриях скелетных мышц, бурой жировой ткани. Окисление субстрата дыхания происходит, минуя реакцию фосфорилирования, а энергия выделяется в виде тепла [33]. UCP3 в локализации 11q13 кодируется геном UCP3. Он принимает участие в транспорте жирных кислот, терморегуляции, поддержании гомеостаза глюкозы, нейтрализации липид-индуцированного оксидативного стресса реактивных форм кислорода, повреждающих митохондрии. Полиморфизм (rs1800849 C/T), обнаруженный у человека в промоторе гена UCP3 –55C/T наиболее функционально значим и влияет на уровень экспрессии UCP3. Показано, что носительство более редкого UCP3 T аллеля связано с высокой активностью гена, пониженным индексом массы тела, сниженным уровнем жира отложения и повышенным уровнем липопротеидов высокой плотности. UCP3 T аллель также ассоциируется с высокими аэробными возможностями у спортсменов академической гребли [35,36]. Были проведены исследования у гребцов, где определение показателей аэробной работоспособности у мужчин (гребцов-академистов) показало, что носители UCP3 T аллеля в среднем показывают результа-

ты МПК на 1 л/мин больше, чем спортсмены с UCP3 CC генотипом [36]. Была показана связь UCP3 T аллеля на примере той же группы спортсменов в соотношении с толщиной межжелудочковой перегородки в течение годового цикла тренировок [37,38].

Увеличение максимального потребления кислорода (МПК) вследствие силовых нагрузок обусловлено максимальным кровотоком и более высокой плотностью мышечных капилляров в активных тканях. В мышцах ног спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта, количество капилляров может быть на 5–30% больше, а отношение числа капилляров к количеству мышечных волокон на 50% выше, чем у малоподвижных лиц. Индивидуальные различия в степени адаптационных изменений в виде роста кровеносных сосудов скелетных мышц и миокарда в большей степени обусловлены генетическими факторами, определяющими наследственную предрасположенность к выполнению физических нагрузок различной интенсивности и длительности [38].

HFE H63D. Ген HFE — гомеостатический регулятор железа, представляющий собой белок, кодирующий ген, расположенный на хромосоме 6. Белок регулирует всасывание железа и взаимодействие рецептора трансферрина с самим трансферрином. TfRc, рецептор трансферрина, связан с белком HFE, поэтому его основной механизм действия заключается в регуляции запасающего железного гормона гепсидина. Лица с одной (генотип C/G или H63D) или двумя (генотип G/G или D63D) миссенс-мутациями полиморфизма H63D (также известного как His63Asp или rs1799945 C/G) демонстрируют более высокие концентрации циркулирующего железа, чем люди без мутаций. В группе носителей H63D отмечена положительная корреляция между железом и гемоглобином [39]. Учитывая важность железа и гемоглобина для спортивных результатов, можно предположить, что ген HFE H63D может дать реальное преимущество в видах спорта на выносливость. Как было показано в исследовании [40] аллель HFE rs1799945 G (63D), повышающий уровень железа, благоприятен для выносливости. В функциональном исследовании российских атлетов было подтверждено, что аллель G был связан с повышенным  $\dot{V}O_{2max}$  у мужчин, занимающихся спортом

на выносливость. Выявлено, что благоприятный эффект HFEA аллеля G на аэробные возможности и способность стать спортсменом на выносливость опосредуется через его влияние на гематологические параметры, таких как гематокрит, средняя концентрация корпускулярного гемоглобина, количество гемоглобина и количество ретикулоцитов [42]. Предыдущие исследования у спортсменов также показали, что вариации генов, регулирующих гематологические признаки, связаны с аэробными способностями и выносливостью спортсмена [41,42].

MYBPC3 (rs1052373). В более поздних исследованиях Ал-Хелаифи и соавторов, проведенных в 2020 году, сообщается о первом значимом GWAS SNP (rs1052373) в MYBPC3 в связи со статусом спортсмена, занимающегося выносливостью, отношением к сердечной гипертрофии. SNP связан и повышенными уровнями предшественника тестостерона андростендиола (3бета, 17бета) дисульфата, с повышенным VO<sub>2</sub> max. Оба фенотипа показали связь в способствовании достижений превосходных результатов у спортсменов, занимающихся выносливостью [43]. Значимый идентифицированный SNP GWAS (rs1052373) расположен в гене MYBPC3. MYBPC3 кодирует миозин-ассоциированный белок, экспрессия которого наблюдается в зоне, несущей поперечные мостики (область C) полос А в поперечнополосатых мышцах. Фосфорилирование белка MYBPC3 модулирует сокращение сердца [41,44]. Мутации в MYBPC3 ранее ассоциировались с более низким состоянием сверхрелаксации у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией (ГКМП) [45]. Интенсивные упражнения способствуют процессу ремоделирования сердца, компенсируя повышение артериального давления или объема за счет увеличения мышечной массы. Следовательно, спортивное сердце характерно своей спецификой. Атлеты, занимающиеся выносливостью, обычно демонстрируют эксцентрическую гипертрофию сердца с увеличенным размером полости и толщиной стенок [46]. Наблюдается корреляционная зависимость от вида выполняемого вида спорта. В результате можно наблюдать, что тренированное на выносливость сердце атлета может обеспечить максимальный систолический объем (на 35 % больше, чем нетренированное сердце), чтобы обеспе-

чить большой сердечный выброс. Так как носители аллеля GG демонстрируют доброкачественный фенотип ГКМП согласно базе данных ClinVar NIH [47], мягкий фенотип может усиливать физиологическую адаптацию, вызванную физической нагрузкой. Доминирующий эффект rs1052373 GG на возрастание VO<sub>2</sub> max и выносливости может поддерживать это дополнительное преимущество. Однако следует отметить, что эти адаптации могут быть связаны с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний. Группа ученых во главе с L.Carrier описала, что у более выносливых спортсменов с высокими требованиями к сердечно-сосудистой системе (высокое кровяное давление и ударный объем) метаболические признаки соответствуют более высокому риску сердечно-сосудистых заболеваний [48].

NR1H3 rs7120118, маркер выносливости TT. Rs7120118, расположенный в гене NR1H3, который кодирует ядерный рецептор. Отвечает за регуляцию липидный гомеостаз, функции макрофагов, воспалительные очаги. C.Cummins и соавторы выявили значительную связь между носителями rs7120118 TT и высокой выносливостью. NR1H3, также известен как X-рецептор альфа (LXRA) в печени. Отвечает за регуляцию гомеостаза холестерина, включая образование стероидогенеза надпочечников [49]. В 2011 году Handa и другие ученые в результате исследований установили, что связь rs7120118 с высокой выносливостью может выявлять неравновесие по сцеплению ( $r^2 = 0,89$ ,  $P < 0,0001$ ) между rs7120118 TT и функциональным rs1052373 GG. Поскольку NR1H3 участвует в регуляции гипофизарно-гипоталамо-надпочечникового стероидогенеза, было предположено, что это может быть связано с повышенным синтезом предшественника тестостерона 5альфа-андростан-Зальфа,17альфа-диолдисульфата, [50]. Причиной повышения уровня нескольких стероидных половых гормонов, участвующих в синтезе тестостерона, включая 5альфа-андростан-Зальфа, 17альфа-диолдисульфат [51] у атлетов с высокой выносливостью, как указано в многочисленных исследованиях, проведенных ранее, является повышение производительности физической результативности за счет синтеза белка в мышцах и ускорения метаболизма глюкозы [51,52].

Ген NFIA-AS2 генотипа NFIA-AS2 rs1572312 кодирует РНК (lnc-RNA) - длинную некодирующую часть. NFIA, являясь фактором транскрипции, индуцирует эритропоэз, в то время как его подавление запускает процесс гранулопоэза [53]. Ахметовым и другими исследователями показано, что аллель С NFIA-AS2 rs1572312 ассоциирован с увеличением уровня гемоглобина, возрастания количества ретикулоцитов и эритроцитов, активацией эритропоэза, а аллель А ассоциирован с высоким количеством нейтрофилов и возросшими показателями отношения лейкоцитов к эритроцитам. Таким образом, эти результаты указывают на связь аллеля С NFIA-AS2 rs1572312 с активацией эритропоэза, а аллеля А - с активированным гранулопоэзом. Таким образом, эритропоэз - фактор, влияющий на аэробную способность, способствует функции способности полиморфизма rs1572312 гена NFIA-AS2 работать на высоком уровне в видах выносливости [41,53].

Достигнутый на сегодняшний день прогресс в понимании молекулярной основы спортивных результативности представляет собой лишь начальный этап. Следующее десятилетие станет захватывающим периодом для спортивной геномики, поскольку исследования проводятся на основе применения новых технологий ДНК (полное секвенирование генома, GWAS, эпигеномное, транскриптомное и протеомное профилирование и т.д.) и биоинформатику для дальнейшего анализа и анализа генетических эффектов на физические способности человека [5].

Спортивные результаты элиты - это многофакторная характеристика, на которую влияют как генетические факторы, так и факторы окружающей среды. Высокие результаты элитных спортсменов исторически считались результатом особого таланта, сформированного интенсивными тренировками. В настоящее время считается, что талант является продуктом аддитивных генетических компонентов, предрасполагающих спортсмена к выносливости, скорости, силе, гибкости и тренируемости координации под контролем сильных сигналов окружающей среды, включая упражнения и питание. В этой модели генетическая предрасположенность вместе со способностью реагировать на тренировку являются ключом к превосходным физическим возможностям элитных спортсменов [54].

В настоящее время предпринимаются попытки выполнить GWAS в международном масштабе среди спортсменов различных стран, что даст более полную картину прогресса достижений в спортивной генетике.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ахметов И. И. Молекулярная генетика спорта: монография [Текст] / И. И. Ахметов. – М.: Советский спорт, 2009. – С. 111-112
2. Ахметов И.И., Попов Д.В., Астратенкова И.В., Дружевская А.М., Мисина С.С., Виноградова О.Л., Rogozkin B.A. Использование молекулярно-генетических методов для прогноза аэробных и анаэробных возможностей у спортсменов // Физиология человека. – 2008. – Т. 34. – № 3. – С. 86–91.
3. Bouchard C, Sarzynski MA, Rice TK, Kraus WE, Church TS, Sung YJ, Rao DC, Rankinen TJ Genomic predictors of the maximal O<sub>2</sub> uptake response to standardized exercise training programs // Appl Physiol. – 2011 May; Vol.110(5). – P. 1160-1170.
4. Bray MS, Hagberg JM, Pérusse L, Rankinen T, Roth SM, Wolfarth B, Bouchard C. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2006-2007 update // Med Sci Sports Exerc. – 2009 Jan; Vol 41(1). – P. 35-73.
5. Wang G, Padmanabhan S, Wolfarth B, Fuku N, Lucia A, Ahmetov II, Cieszczyk P, Collins M, Eynon N, Klissouras V, Williams A, Pitsiladis Y. Genomics of elite sporting performance: what little we know and necessary advances // Adv Genet. – 2013. – Vol. 84:P. 123-149.
6. Stranger BE, Stahl EA, Raj T. Progress and promise of genome-wide association studies for human complex trait genetics // Genetics - 2011 Feb; Vol.187(2). P. 367-383.
7. Ahmetov II, Fedotovskaya ON. Current Progress in Sports Genomics. Adv Clin Chem. 2015; 70: 247-314. doi: 10.1016/bs.acc.2015.03.003. Epub 2015 Apr 11. PMID: 26231489.
8. Рахимова Н.М., Солиев А.Б., Курганов С.К. Анализ полиморфизмов некоторых генов среди элитных спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта // Тиббиет ва спорт. 2020. - №4. - С. - 28-32.
9. Ahmetov II, Gavrilov DN, Astratenkova IV, Druzhevskaya AM, Malinin AV, Romanova EE, Rogozkin VA. The association of ACE, ACTN3 and PPARA gene variants with strength phenotypes in middle school-age children. J

- Physiol Sci. 2013 Jan; 63(1):79-85. doi: 10.1007/s12576-012-0233-8. Epub 2012 Sep 16. PMID: 22983821.
10. Курганов С.К., Садилов А.А., Мавлянов И.Р., Рахимова Н.М., Солиев А.Б., Ахмедов Б.Б., Парпиев С.Р. Сравнительная характеристика полиморфизма гена ACE у спортсменов-велосипедистов, легкоатлетов и гребцов // Тиббиет ва спорт. 2019. - №3-4. - С. 10-13.
  11. Ginevičienė V, Pranculis A, Jakaitienė A, Milašius K, Kučinskas V. Genetic variation of the human ACE and ACTN3 genes and their association with functional muscle properties in Lithuanian elite athletes. *Medicina (Kaunas)*. 2011; 47(5):284-290.
  12. Ginevičienė V, Pranckevičienė E., Milašius K., Kučinskas V. Gene variants related to the power performance of the Lithuanian athletes. *Cent. Eur. J. Biol.* 2010;6: 48–57. doi: 10.2478/s11535-010-0102-
  13. Kuznetsova T, Cauwenberghs N. Determinants of circulating angiotensin-converting enzyme 2 protein levels in the general population. *Eur J Intern Med.* 2021 Feb;84:104-105. doi: 10.1016/j.ejim.2020.10.012. Epub 2020 Oct 19. PMID: 33087295; PMCID: PMC7569021.
  14. Myerson S., Hemingway H., Budget R., Martin J., Humphries S., Montgomery H. Human angiotensin I-converting enzyme gene and endurance performance // *J. Appl. Physiol.* – 1999. – Vol. 87. – P. 1313–1316.
  15. Snyder EM, Hulsebus ML, Turner ST, Joyner MJ, Johnson BD. Genotype related differences in beta2 adrenergic receptor density and cardiac function. *Med Sci Sports Exerc.* 2006 May;38(5):882-6. doi: 10.1249/01.mss.0000218144.02831.f6. PMID: 16672841
  16. Wang W, Li P, Chen Y, Yang J. Association between  $\beta$ 2-Adrenergic Receptor-16Arg/Gly Gene Polymorphism and Chronic Obstructive Pulmonary Disease Risk: Systematic Review and Meta-Analysis. *Iran J Public Health.* 2014 Jul;43(7):877-88. PMID: 25909056; PMCID: PMC4401053
  17. Рахимова Н.М., Курганов С.К., Солиев А.Б. Характеристика полиморфизмов GLN27GLU и AGR16GLY гена ADRB2 у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта. Материалы VI Международной научно-практической конференции «Безопасный спорт-2019». Санкт-Петербург 2019. С.-80.
  18. Grealy R, Herruer J, Smith CL, Hiller D, Haseler LJ, Griffiths LR. Evaluation of a 7-Genetic Profile for Athletic Endurance Phenotype in Ironman Championship Triathletes // *PLoS One.* 2015, 10(12):e0145171.
  19. Ginevičienė V, Jakaitienė A, Pranculis A, Milašius K, Tubelis L, Utkus A. AMPD1 rs17602729 is associated with physical performance of sprint and power in elite Lithuanian athletes // *BMC Genet.* 2014 May Vol. -1715. -P. 58.
  20. Kugaevskaia EV, Eliseeva IuE. [ACE inhibitors--activators of kinin receptors]. *Biomed Khim.* 2011 May-Jun;57(3):282-99. Russian. PMID: 21863742.
  21. Dhamrait SS, Payne JR, Li P, Jones A, Toor IS, Cooper JA, Hawe E, Palmen JM, Wootton PT, Miller GJ, Humphries SE, Montgomery HE. Variation in bradykinin receptor genes increases the cardiovascular risk associated with hypertension. *Eur Heart J.* 2003 Sep;24(18):1672-80. doi: 10.1016/s0195-668x(03)00441-x. PMID: 14499231.
  22. Ахметов И.И., Ребриков Д.В. Взаимосвязь полиморфизмов генов с успешностью соревновательной деятельности элитных гребцов // Вестник спортивной науки. – 2008. – № 4. – С. 70–72.
  23. Williams A.G., Dhamrait S.S., Wootton P. T.E., Day S.H., Hawe E., Payne J.R., Myerson S.G., World M., Budgett R., Humphries S.E., Montgomery H.E. Bradykinin receptor gene variant and human physical performance // *J. Appl. Physiol.* – 2004. – Vol. 96. – P. 938–942.
  24. Ахметов И.И., Хакимуллина А.М., Любаева Е.В., Виноградова О.Л., Рогозкин В.А. Влияние полиморфизма гена HIF1A на мышечную деятельность человека // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2008. – Т.146. – № 9. – С. 327–329.
  25. Pisani D.F., Dechesne C.A. Skeletal muscle HIF-1alpha expression is dependent on muscle fiber type // *J. Gen. Physiol.* – 2005. – Vol.126. – P. 173–178.
  26. Шнейдер О.В., Обрезан А.Г., Макеева Е.Д., Ступницкий А.А., Спивак И.М., Михельсон В.М. Влияние структурных полиморфизмов генов ангиотензинпревращающего фермента, ангиотензиногена, эндотелиальной синтетазы оксида азота и рецептора брадикинина 2-го типа на состояние миокарда у спортсменов и больных гипертонической болезнью // *Цитология.* – 2004. – Т. 46. – №1. – С. 69–78.
  27. Desvergne B., Wahli W. Peroxisome proliferators-activated receptors: nuclear control of metabolism // *Endocr. Rev.* – 1999. – Vol. 20. – P. 649–688.
  28. Eynon N, Meckel Y, Alves AJ, Yamin C, Sagiv M, Goldhammer E, Sagiv M. Is there an interaction between PPAR $\delta$  T294C and PPAR $\gamma$ 1A Gly482Ser polymorphisms and human endurance performance? *Exp Physiol.* 2009 Nov;94(11):1147-52. doi: 10.1113/

- expophysiol.2009.049668. Epub 2009 Aug 7. PMID: 19666693.
29. Krämer D.K., Ahlsén M., Norrborn J., Jansson E., Hjeltnes N., Gustafsson T., Krook A. Human skeletal muscle fibre type variations correlate with PPAR alpha, PPAR delta and PGC-1 alpha mRNA // *Acta Physiol. (Oxf.)*. – 2006. – Vol. 188. – P. 207–216.
  30. Ji X.-B., Li X.-R., Hao-Ding, Sun Q., Zhou Y., Wen P., Dai C.-S., Yang J.-W. Inhibition of Uncoupling Protein 2 Attenuates Cardiac Hypertrophy Induced by Transverse Aortic Constriction in Mice. *Cell. Physiol. Biochem.* 2015; 36: 1688–1698. doi: 10.1159/000430142.)
  31. Irrcher I., Ljubovic V., Kirwan A.F., Hood D.A. AMP-activated protein kinase-regulated activation of the PGC-1alpha promoter in skeletal muscle cells // *PLoS ONE*. – 2008. – Vol. 3. – P. 3614.
  32. Пауэрс С.К. и Джексон М.Дж. Окислительный стресс, вызванный физическими упражнениями: клеточные механизмы и влияние на производство мышечной силы. *Physiol Rev.* 2008. – P. 1243–1276.
  33. Kutsche HS, Schreckenber R, Weber M, Hirschhäuser C, Rohrbach S, Li L, Niemann B, Schulz R, Schlüter KD. Alterations in Glucose Metabolism During the Transition to Heart Failure: The Contribution of UCP-2. *Cells.* 2020 Feb 27; 9(3):552. doi: 10.3390/cells9030552. PMID: 32120777; PMCID: PMC7140436.
  34. Ахметов И.И., Гориева Ш.Б., Попов Д.В., Миссина С.С., Сараев О.А., Виноградова О.Л. Влияние полиморфизма гена разобщающего белка 3 (UCP3) на ремоделирование миокарда и аэробную работоспособность спортсменов // *Вестник спортивной науки*. – 2009.
  35. Ахметов И.И., Попов Д.В., Астратенкова И.В., Дружевская А.М., Миссина С.С., Виноградова О.Л., Рогозкин В.А. Использование молекулярно-генетических методов для прогноза аэробных и анаэробных возможностей у спортсменов // *Физиология человека*. – 2008. – Т. 34. – № 3. – С. 86–91.
  36. Ахметов И.И., Попов Д.В., Шихова Ю.В., Миссина С.С., Сараев О.А., Виноградова О.Л., Рогозкин В.А. Полиморфизм гена NFATC4 и аэробная выносливость у спортсменов // *Технологии живых систем*. – 2009. – Т. 6. – № 2. – С. 23–29.
  37. Ахметов И.И., Попов Д.В., Хакимуллина А.М., Можайская И.А., Рогозкин В.А. Полиморфизмы генов метаболических путей и их суммарное влияние на развитие аэробной выносливости // *Материалы V Всероссийской с международным участием Школы-конференции по физиологии мышц и мышечной деятельности «Системные и клеточные механизмы в физиологии двигательной системы и мышечной деятельности»*. – М., 2009. – С. 109.
  38. Goriyeva S.B., Ahmetov I.I., Vinogradova O.L. UCP3 gene polymorphism and cardiac growth in response to 1 year of endurance training // *Eur. J. Hum. Genet.* – 2008. – Vol. 16 (Suppl. 2). – P. 357.
  39. (Barbara KH, Marcin L, Jedrzej A, Wieslaw Z, Elzbieta AD, Malgorzata M, Ewa M, Jacek KJ. The impact of H63D HFE gene carriage on hemoglobin and iron status in children. *Ann Hematol.* 2016; 95(12):2043–2048).
  40. Semenova EA, Miyamoto-Mikami E, Akimov EB, Al-Khelaifi F, Murakami H, Zempo H, Kostryukova ES, Kulemin NA, Larin AK, Borisov OV, Miyachi M, Popov DV, Boulygina EA, Takaragawa M, Kumagai H, Naito H, Pushkarev VP, Dyatlov DA, Lekontsev EV, Pushkareva YE, Andryushchenko LB, Elrayess MA, Generozov EV, Fuku N, Ahmetov II. The association of HFE gene H63D polymorphism with endurance athlete status and aerobic capacity: novel findings and a meta-analysis. *Eur J Appl Physiol.* 2020 Mar; 120(3):665–673.
  41. Ahmetov I, Kulemin N, Popov D, Naumov V, Akimov E, Bravy Y, Egorova E, Galeeva A, Generozov E, Kostryukova E, Larin A, Lj M, Ospanova E, Pavlenko A, Starnes L, Żmijewski P, Alexeev D, Vinogradova O, Govorun V. Genome-wide association study identifies three novel genetic markers associated with elite endurance performance. *Biol Sport.* 2015; 32(1):3–9.
  42. Malczewska-Lenczowska J, Orysiak J, Majorczyk E, Zdanowicz R, Szczepańska B, Starczewski M, Kaczmarek J, Dybek T, Pokrywka A, Ahmetov II, Sitkowski D. Total hemoglobin mass, aerobic capacity, and HBB gene in Polish road cyclists. *J Strength Cond Res.* 2016; 30(12):3512–3519.
  43. Al-Khelaifi F, Yousri NA, Diboun I, et al. Genome-Wide Association Study Reveals a Novel Association Between MYBPC3 Gene Polymorphism, Endurance Athlete Status, Aerobic Capacity and Steroid Metabolism. *Front Genet.* 2020; 11: 595. Published 2020 Jun 16. doi:10.3389/fgene.2020.00595
  44. Moss RL, Fitzsimons DP, Ralphe JC. Cardiac MyBP-C regulates the rate and force of contraction in mammalian myocardium. *Circ Res.* 2015 Jan 2; 116 (1):183–92. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.116.300561. PMID: 25552695; PMCID: PMC4283578.

45. McNamara J. W., Li A., Lal S., Bos J. M., Harris S. P., van der Velden J., et al. . MYBPC3 mutations are associated with a reduced super-relaxed state in patients with hypertrophic cardiomyopathy. –PLoS One-2017.-12:e0180064. 10.1371/journal.pone.0180064.
46. Hedman K, Tamás É, Bjarnegård N, Brudin L, Nylander E. Cardiac systolic regional function and synchrony in endurance trained and untrained females. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2015 Sep 14; 1(1):e000015. doi: 10.1136/bmjsem-2015-000015. PMID: 27900120; PMCID: PMC5117015.
47. Landrum MJ, Lee JM, Benson M, Brown GR, Chao C, Chitipiralla S, Gu B, Hart J, Hoffman D, Jang W, Karapetyan K, Katz K, Liu C, Maddipatla Z, Malheiro A, McDaniel K, Ovetsky M, Riley G, Zhou G, Holmes JB, Kattman BL, Maglott DR. ClinVar: improving access to variant interpretations and supporting evidence. *Nucleic Acids Res.* 2018 Jan 4; 46(D1):D1062-D1067. doi: 10.1093/nar/gkx1153. PMID: 29165669; PMCID: PMC5753237.
48. Carrier L, Mearini G, Stathopoulou K, Cuello F. Cardiac myosin-binding protein C (MYBPC3) in cardiac pathophysiology. *Gene.* 2015 Dec 1;573(2):188-97. doi: 10.1016/j.gene.2015.09.008. Epub. 2015 Sep 8. PMID: 26358504; PMCID: PMC6660134.
49. Cummins CL, Volle DH, Zhang Y, McDonald JG, Sion B, Lefrançois-Martinez AM, Caira F, Veysièrre G, Mangelsdorf DJ, Lobaccaro JM. Liver X receptors regulate adrenal cholesterol balance. *J Clin Invest.* 2006 Jul;116(7):1902-12. doi: 10.1172/JCI28400. PMID: 16823488; PMCID: PMC1483175.
50. Handa RJ, Sharma D, Uht R. A role for the androgen metabolite, 5alpha androstane 3beta, 17beta diol (3β-diol) in the regulation of the hypothalamo-pituitary-adrenal axis. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2011 Nov 10; 2:65. doi: 10.3389/fendo.2011.00065. PMID: 22649380; PMCID: PMC3355903.
51. Al-Khelaifi F, Diboun I., Donati F., Botre F., Alsayrafi M., Georgakopoulos C., et al. (2018). A pilot study comparing the metabolic profiles of elite-level athletes from different sporting disciplines. *Sports Med. Open* 4:2.
52. Sato K., Iemitsu M., Aizawa K., Ajisaka R. (2008). Testosterone and DHEA activate the glucose metabolism-related signaling pathway in skeletal muscle. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 294 E961–E968.
53. Starnes LM, Sorrentino A, Pelosi E, Ballarino M, Morsilli O, Biffoni M, Santoro S, Felli N, Castelli G, De Marchis ML, Mastroberardino G, Gabbianelli M, Fatica A, Bozzoni I, Nervi C, Peschle C. NFI-A directs the fate of hematopoietic progenitors to the erythroid or granulocytic lineage and controls beta-globin and G-CSF receptor expression. *Blood.* 2009 Aug 27; 114(9):1753-63. doi: 10.1182/blood-2008-12-196196. Epub 2009 Jun 19. PMID: 19542302.
54. Georgiades E, Klissouras V, Baulch J, Wang G, Pitsiladis Y Why nature prevails over nurture in the making of the elite athlete. *BMC Genomics.* 2017, Nov 14; 18(Suppl 8):835.
55. Harber, M.P. Impact of Cardiorespiratory Fitness on All-Cause and Disease-Specific Mortality: Advances since 2009. / M.P. Harber, L.A. Kaminsky, R. Arena, S.N. Blair, B.A. Franklin, J. Myers, and R. Ross // *Prog. Cardiovasc Dis.* – 2017. – Vol. 60 (Pt. 1). – P. 11-20.
56. Kokkinos, P. Exercise capacity and mortality in older men: a 20-year follow-up study / P. Kokkinos, J. Myers, C. Faselis, D.B. Panagiotakos, M. Doumas, A. Pittaras, A. Manolis, J.P. Kokkinos, P. Karasik, M. Greenberg, et al. // *Circulation.* – 2010. – Vol. 122 (Pt. 8). – P. 790-797.
57. Tønnessen, E. Maximal aerobic capacity in the winter-Olympics endurance disciplines: Olympic-medal benchmarks for the time period 1990-2013 / E. Tønnessen, T.A. Haugen, E. Hem, S. Leirstein, and S. Seiler // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2015. – Vol. 10 (Pt. 7). – P. 835-839.
58. Mooses, M. Anthropometrics and Body Composition in East African Runners: Potential Impact on Performance / M. Mooses and A.C. Hackney // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2017. – Vol. 12 (Pt. 4). – P. 422-430.
59. Ross, R. Precision exercise medicine: understanding exercise response variability / R. Ross, B.H. Goodpaster, L.G. Koch, M.A. Sarzynski, W.M. Kohrt, N.M. Johannsen, J.S. Skinner, A. Castro, B.A. Irving, R.C. Noland, et al. // *Br. J. Sports Med.* – 2019. – doi: 10.1136/bjssports-2018-100328.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*Рахимова Ноуба Мирзаатхамовна* - к.б.н., старший научный сотрудник, заведующий отделением научно-исследовательской и клинической лаборатории Республиканского научно-практического центра спортивной медицины при НОК Узбекистана. Адрес: г. Ташкент, ул.Алмазар,б. Тел.: +99893 3983086, e-mail: rnbiochemistry@mail.ru.

# ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПОРТСМЕНОВ ЗИМНИХ ВИДОВ СПОРТА НА ОЛИМПИЙСКИХ И ПАРАЛИМПИЙСКИХ ИГРАХ 2022 ГОДА В ПЕКИНЕ

УДК 796:615.2

С.А. Парастаев, И.Н. Митин, Л.Р. Суфиянова, Тохтиева Н.В.<sup>2</sup>

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации  
Федерального медико-биологического агентства» (Москва)

## РЕЗЮМЕ

В настоящей статье рассмотрены ожидаемые условия, в которых окажутся наши спортсмены при выступлении на Олимпийских и Паралимпийских Играх в Пекине (2022 год). В обзор включены химический состав, температура, влажность и давление воздуха, высота географической локации. Приведены рекомендации по облегчению адаптационных мероприятий.

**Ключевые слова:** акклиматизация, адаптация, факторы внешней среды, Пекин-2022.

## INFLUENCE OF EXTERNAL CLIMATIC FACTORS ON PERFORMANCE OF WINTER SPORTS ATHLETES DURING THE OLYMPIC AND PARALYMPIC GAMES IN BEIJING 2022

S.A. Parastayev, I.N. Mitin, L.R. Sufiyanova

Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation  
of Federal Medical Biological Agency (Moscow, Russia)

## SUMMARY

In this article, the expected conditions in which our athletes are to compete during the Olympic and Paralympic Games in Beijing (2022) are covered. The review includes air chemical contents, air temperature, air humidity, and air pressure, as well as the special influence the altitude causes on human performance. Some recommendations on easing the acclimatization processes are mentioned.

**Keywords:** acclimatization, adaptation, external factors, Beijing-2022

## ВВЕДЕНИЕ

Вопросы подготовки к Олимпийским и Паралимпийским Играм 2022 года становятся все более актуальными. Очевидно, что не только атлеты, но и другие члены спортивного коллектива, в связи с необходимостью личного присутствия во время спортивных состязаний, неизбежно столкнутся с проблемой привыкания к новой климатической обстановке — акклиматизацией. Вопросы привыкания к разнице во времени (так называемого «джетлага») подробно рассмотрены коллегами в тематической статье [1], поэтому в настоящей работе мы ограничимся климатическими факторами и их воздействием на организм прибывшего в новые условия человека. Важно,

чтобы процессы акклиматизации не оказали негативного воздействия на работоспособность людей, переместившихся в другую географическую точку с целью решения своих профессиональных задач. В связи с этим целесообразно исследование изменений, происходящих в организме человека под влиянием внешних, климатических факторов.

Основной способ добраться до Пекина из Москвы — воспользоваться услугами авиакомпаний «Аэрофлот» или «Air China», выполняющих прямые перевозки ежедневно («Аэрофлот») или строго по пятницам («Air China»). Вылеты рейсов «Аэрофлота» из аэропорта «Шереметьево» происходят в 0:55, 11:50 и 21:10 (по московскому времени); при-

бытие осуществляется в аэропорт «Дасин» в 13:05, 0:30 и 9:50 (по пекинскому времени), соответственно. Время в пути составляет от 7 ч 10 м до 7 ч 40 м. Отправление пятничного рейса авиакомпании «Air China» из аэропорта «Шереметьево» происходит в 19:30 по Москве, прибытие в аэропорт «Шоуду» — спустя 7 ч 30 м, в 8:00 по Пекину. В связи с географическим расположением, аэропорт «Шоуду» представляется наиболее оптимальным местом прибытия для наших спортсменов, поскольку находится ближе к столице и кластерам Яньцин и Чжанцзякоу. Следует иметь в виду, что переменчивая международная обстановка, диктуемая пандемией, способна внести коррективы в политику китайских властей относительно приема спортсменов и гостей Игр 2022 года.

### Климатическая обстановка территории будущих Игр

Олимпийские и Паралимпийские Игры 2022 года планируется проводить в трех кластерах: в самом Пекине и городах Яньцин и Чжанцзякоу [2]. Эти локации характеризуются влажным жарким континентальным климатом [3]. Поскольку Яньцин и Пекин расположены поблизости, климатические данные двух кластеров аналогичны [4] (см. Таблицу 1 и Таблицу 2). Столица Китая находится на высоте около 40 м [5], гора Сяохайтуо в Яньцине – самая высокая точка соревнований – располагается на высоте более 1200 м [6], а спортивный кластер Чжанцзякоу (район соревнований с ожидаемо самой низкой

температурой) сооружен на высоте около 757 м над уровнем моря [2, 7].

Пекинский кластер станет местом проведения соревнований в таких видах спорта, как хоккей, шорт-трек, керлинг, фигурное катание на коньках, конькобежный спорт, биг-эйр (фристайл и сноуборд). Церемонии открытия и закрытия Игр также состоятся здесь, на арене Национального стадиона. Кластер Яньцин обеспечит условия для состязаний горнолыжников, бобслеистов, саночников и скелетонистов. Лыжные гонки, прыжки с трамплина и двоеборье, биатлон, хафпайп (фристайл и сноуборд), а также такие дисциплины фристайла, как слоупстайл, ски-кросс, сноуборд-кросс, акробатика, могул и параллельные дисциплины сноубординга пройдут в кластере Чжанцзякоу.

### Внешние природно-климатические факторы и адаптация

Индивид, оказываясь в особых условиях внешней среды, активно конструирует и формирует способы приспособления [8]. Применительно к спортсменам, инструментом формирования адаптационных алгоритмов выступают разнообразные методы тренировок и вариации режима труда и отдыха [9]. При смене условий труда, географического положения или климата, адаптационные процессы запускаются автоматически. Внешняя среда никогда не действует точно: организм реагирует на комплекс явлений, и вычленив конкретные причинно-следственные связи непросто. Внутренние ресурсы организма являются системой, сложив-

Таблица 1

### Усредненные показатели характеристик климата (февраль)

| №   | Локация       | Температура, °C |         | Относительная влажность воздуха, % | Сила ветра, м/с |
|-----|---------------|-----------------|---------|------------------------------------|-----------------|
|     |               | Min, °C         | Max, °C |                                    |                 |
| 1 2 | Пекин, Яньцин | 7°C             | -5°C    | 40%                                | 3,4 м/с         |
| 3   | Чжанцзякоу    | 0°C             | -12°C   | 49%                                | 4,4 м/с         |

Таблица 2

### Усредненные показатели характеристик климата (март)

| №   | Локация       | Температура, °C |         | Относительная влажность воздуха, % | Сила ветра, м/с |
|-----|---------------|-----------------|---------|------------------------------------|-----------------|
|     |               | Min, °C         | Max, °C |                                    |                 |
| 1 2 | Пекин, Яньцин | 16°C            | 0°C     | 35%                                | 3,4 м/с         |
| 3   | Чжанцзякоу    | 9°C             | -5°C    | 39%                                | 4,6 м/с         |

шейся в процессе фило- и онтогенеза, следовательно, реакции адаптационной мобилизации затрагивают практически все уровни физиологической интеграции организма [8].

Адаптация как процесс реконструирования функциональной системы осуществляется поэтапно. Для целей спортивной практики интересными представляются все этапы адаптации, где наиболее затруднительным является, конечно, начальный период столкновения с большим количеством новых стимулов – «кратковременные адаптационные реакции», когда «перестройка» систем организма происходит наиболее интенсивно и затрачивает большое количество ресурсов; эффект такой реакции непродолжителен. Здесь необходимо принимать во внимание привычные для спортсмена параметры окружающей среды [8]. Предполагается, что тренерский штаб заблаговременно (не позднее начала предсоревновательного этапа, то есть, в конце октября-начале ноября) будет иметь индивидуальный план подготовки (ИПП) каждого заявленного на Олимпийские игры спортсмена. ИПП должен основываться на данных, полученных опытным путем в процессе работы с конкретным спортсменом и командой, содержать субъективные и объективные показатели реагирования на десинхроноз (смену часовых поясов) и адаптацию к высоте над уровнем моря.

#### **Внешние факторы: химические свойства воздуха**

В составе воздуха нижних слоев атмосферы определено содержание 78% азота, 20,9% кислорода, 0,9% аргона, 0,05% углекислого газа и других составляющих в меньшей концентрации [10]. Наиболее часто предметом внимания ученых становится кислород, например, функционирование в условиях его пониженной концентрации. В сочетании с уменьшенным атмосферным давлением, условия нехватки кислорода (гипоксия) характерны для горных локаций, следовательно, с ней спортсмены столкнутся в Яньцине и Чжанцзяоу.

Тренировки в условиях искусственно созданной гипоксии давно известны как способ подготовки к процессам акклиматизации, а также улучшения эффективности деятельности организма атле-

та [11]. Исследование М. Фулхейбера и коллег [12] показало, что значимые отличия между функционированием сердечно-легочных систем при искусственном и реальном типах гипоксии отсутствуют; авторами было выявлено повышение содержания концентрации лактата крови в условиях реальной гипоксии. В работе Л. Руджеро и коллег [13] влияние акклиматизации к условиям высокогорья (5050 м, 5-9 суток) рассматривалось в сопоставлении с функционированием на уровне моря (350 м) и ситуацией острой гипоксии, созданной с помощью специальной комнаты-камеры. Авторы пришли к выводу, что адаптация мышц к хронической гипоксии положительно влияет на их сократительную способность.

Последнее десятилетие в климатической обстановке китайской столицы и близлежащих территорий зафиксировано наличие атмосферной дымки, вызванной загрязнением воздуха производственными комплексами и фабриками [14]. Наиболее интенсивная загрязненность характерна для зимних месяцев [15]. Начало Олимпийских Игр 2022 года запланировано на 4 февраля, а Паралимпийских – на 4 марта, следовательно, члены спортивных коллективов, а также организаторы и зрители рискуют столкнуться с этим неприятным явлением. Целесообразным, на наш взгляд, будет оснащение делегации необходимыми средствами защиты.

#### **Внешние факторы: физические свойства воздуха**

Давление воздуха: на тело человека, имеющее среднюю площадь 1,6-1,8 м<sup>2</sup>, воздух обычно оказывает давление силой в 16-18 т (при давлении в 1033 г на 1 см<sup>2</sup>). При малейшем изменении атмосферного давления, сила, воздействующая на тело человека, может изменяться в пределах нескольких десятков килограммов. Наиболее чувствительными к таким переменам являются люди, имеющие хронические заболевания сердечно-сосудистой системы, костно-мышечного аппарата и т.д. [16].

Скорость ветра: воздействие ветра на организм тем сильнее, чем ниже температура воздуха [8]. Возрастание силы ветра приводит к учащению реакций возбуждения центральной нервной системы (ЦНС), что может способствовать повышению

тревоги, частоты головных болей. Подобная симптоматика характерна для лиц, имеющих функциональные расстройства ЦНС [8]. Средняя скорость ветра на будущих соревновательных локациях не вызывает опасений [3], однако возможны погодные изменения, к которым следует быть готовыми.

Влажность воздуха: самые оптимальные условия для человека характеризуются относительной влажностью воздуха в 50-60% и температурой 16-18 градусов по Цельсию [10], а мышечная работа особенно эффективна при повышенной температуре воздуха и средних значениях влажности [8]. Чрезмерно сухой воздух негативно сказывается на функционировании слизистых оболочек носоглотки, что ведет к нарушениям функций органов дыхания [8]. Ожидаемый уровень влажности воздуха на территориях будущих соревнований близок к оптимальному и вероятность возникновения затруднений на этой почве невысока [3].

Температура воздуха: при температуре 15-17°C мышечная работа наиболее эффективна при частоте пульса 130-150 ударов в минуту [17], а при интенсивности 165-180 ударов в минуту наиболее оптимальна температура 13-14 °C [8] (аналогично выявленной температуре Пекина и Яньцина в марте [3]). Предполагается, что адаптация теплообменных механизмов к низкой температуре воздуха протекает более эффективно при наличии интенсивных физических нагрузок [8]. Общими рекомендациями при физической активности в холод являются: контроль состояния здоровья и текущих погодных условий, обязательная разминка перед занятием, технологичная одежда, сохраняющая тепло и отводящая влагу, рациональное питание [17].

### **Внешние факторы: высота над уровнем моря**

Высота локации имеет связь с некоторыми факторами, в том числе, с уровнем влажности: чем выше над уровнем моря находится точка отсчета, тем меньше содержание водяного пара в воздухе; наиболее «сухой» воздух – при высоте больше 5250 м [8]. Для ситуации Игр 2022 года это актуально лишь отчасти: гора Сяохайтуо в Янцине располагается на высоте около 1200 м [6].

В некоторых работах [8] описано следующее явление: при подъеме в горы, уровень максимально-

го потребления кислорода снижается на 0,75-1,0 % каждые 100-120 м (ориентировочно), и функционирование приобретает характер анаэробного. Едва оказавшись на высоте, организм спортсмена активизирует работу кардиореспираторной системы и усиливает обеспечение кислородом принципиально значимых для адаптации органов. Увеличивается объем циркулирующей крови, концентрации эритроцитов, уменьшается объем плазмы.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Следует подчеркнуть, что для подбора наиболее выигрышной стратегии адаптации имеют значение не только особенности хронобиологических и внешних климатических факторов и конкретного вида спорта, но и индивидуальные характеристики спортсмена. Хорошо зарекомендовавшим себя инструментом выступает спортивный дневник, который подлежит регулярному ежедневному заполнению. Впоследствии тренер приобретает возможность сопоставить рабочий план и зафиксированные в дневнике подопечного реакции, проанализировать паттерн изменений и предпринять меры по профилактике перетренированности, возникновения заболеваний и травм. Подкрепленная дневником беседа со спортсменом послужит и педагогической цели: она обучит спортсмена дисциплине, саморефлексии, изложению своих мыслей, простимулирует на поиск слов для названия своих ощущений. Опытным путем можно определить адаптационную стратегию и внести нужные правки таким образом, что подготовка накануне соревнований результирует в минимизации негативных эффектов на организм и самочувствие атлета. Оптимальный уровень работоспособности является залогом эффективной деятельности, и наша задача – определить специфику и способы достижения такого функционального состояния, чтобы наши атлеты достойно продемонстрировали свои профессиональные навыки на предстоящих Олимпийских и Паралимпийских Зимних Играх в Пекине.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Баршак С. И. и др. Особенности влияния факторов дальних авиаперелетов на состояние здоровья спортсменов высокого класса //Лечебная физкультура и

- спортивная медицина. – 2020. – №. 1. – С. 30-40.
2. Официальный сайт Олимпийских Игр 2022 года в Пекине (Китай). [Электронный ресурс]. 2020. URL: <https://www.beijing2022.cn/en/competitionzones/beijing.htm> (дата обращения: 23.04.2020).
  3. Погодные условия в Китае: сводная информация. [Электронный ресурс]. 2020. URL: <https://en.climate-data.org/asia/china-110/> (дата обращения: 23.04.2020).
  4. Погода в Китае на месяц. [Электронный ресурс]. 2020. URL: <https://yandex.ru/pogoda/beijing/month/february?via=cnav> (дата обращения: 23.04.2020).
  5. Beijing, China (ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA). [Электронный ресурс]. 2020. URL: <https://www.britannica.com/place/Beijing/Landscape> (дата обращения: 03.05.2020).
  6. 2022 preparations peak in mountains of Yanqing [Электронный ресурс]. 03.12.2019. URL: <https://www.chinadaily.com.cn/a/201912/03/WS5de5be7ba310cf3e3557b8b7.html> (дата обращения: 02.05.2020).
  7. Чжанцзякоу (Китай). Координаты. [Электронный ресурс]. 2020. URL: <https://time-in.ru/coordinates/zhangjiakou> (дата обращения: 03.05.2020).
  8. Ленц Н. А. Подготовка и соревновательная деятельность спортсменов высшей квалификации в различных природно-географических условиях //Москва. – 2004.
  9. Колесов А.И., Ленц Н.А., Разумовский Е.А. Соревновательная деятельность и подготовка спортсменов высшей квалификации в различных природно-географических условиях. – М.: ФиС, 2004. – 294 с.
  10. Иванов В., Иванова Н., Полоников А. Медицинская экология. – Litres, 2017.
  11. Hamlin M. J., Lizamore C. A., Hopkins W. G. The effect of natural or simulated altitude training on high-intensity intermittent running performance in team-sport athletes: a meta-analysis //Sports Medicine. – 2018. – Т. 48. – №. 2. – С. 431-446.
  12. Faulhaber M. et al. Cardiorespiratory and Metabolic Responses During Graded Exercise in Normobaric and Hypobaric Hypoxia //High Altitude Medicine & Biology. – 2020.
  13. Ruggiero L. et al. High-Altitude Acclimatization Improves Recovery from Muscle Fatigue //Medicine and Science in Sports and Exercise. – 2020. – Т. 52. – №. 1. – С. 161-169.
  14. Ding Y. H., Liu Y. J. Analysis of long-term variations of fog and haze in China in recent 50 years and their relations with atmospheric humidity //Science China Earth Sciences. – 2014. – Т. 57. – №. 1. – С. 36-46.
  15. Liu C. et al. Future haze events in Beijing, China: When climate warms by 1.5 and 2.0° C //International Journal of Climatology. – 2019.
  16. Алексеев С. В., Пивоваров Ю. П., Янушанец О. И. Экология человека. — М.: Икар, 2002. — 770 с.
  17. Булатова М. М. Теоретико-методические основы повышения и реализации функциональных резервов спортсменов в тренировочной и соревновательной деятельности: автореф //Дис. ... д-ра пед. наук. – 1996.

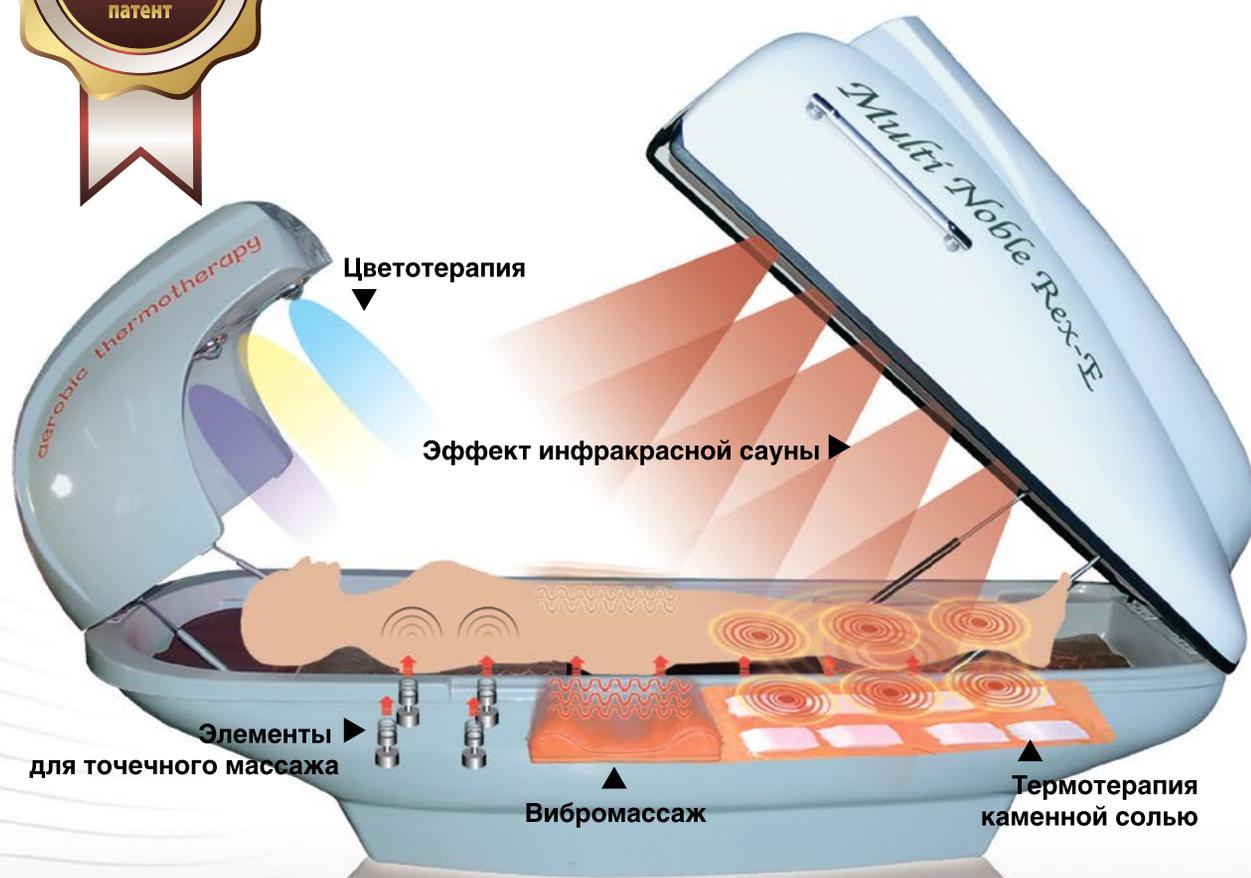
## REFERENCES:

1. Barshak S. I. et al. Osobennosti vliyaniya faktorov dal'nikh aviapereletov na sostoyaniye zdorov'ya sportsmenov vysokogo klassa [Special characteristics of influence of long-distance air travel factors on health status of elite athletes]// Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya medicina [Therapeutic exercise and sports medicine]. – 2020. – №. 1. – P. 30-40.
2. Official web-page of 2022 Winter Olympic Games in Beijing (China). [Web-page]. 2020. URL: <https://www.beijing2022.cn/en/competitionzones/beijing.htm> (accessed 23.04.2020).
3. Weather conditions in China: general information. [Web-page]. 2020. URL: <https://en.climate-data.org/asia/china-110/> (accessed 23.04.2020).
4. Weather in China for a month. [Web-page]. 2020. URL: <https://yandex.ru/pogoda/beijing/month/february?via=cnav> (accessed 23.04.2020).
5. Beijing, China (ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA). [Web-page]. 2020. URL: <https://www.britannica.com/place/Beijing/Landscape> (accessed 03.05.2020).
6. 2022 preparations peak in mountains of Yanqing [Web-page]. 03.12.2019. URL: <https://www.chinadaily.com.cn/a/201912/03/WS5de5be7ba310cf3e3557b8b7.html> (accessed 02.05.2020).
7. Zhangjiakou (China). Coordinates. [Web-page]. 2020. URL: <https://time-in.ru/coordinates/zhangjiakou> (accessed 03.05.2020).
8. Lents N.A. Podgotovka i sorevnovatel'naya deyatel'nost' sportsmenov vysshey kvalifikatsii v razlichnykh prirodno-geograficheskikh usloviyakh [Training and competitive

- activity of elite athletes in various weather and geographical conditions]//Moscow. – 2004.
9. Колесов А.И., Ленц Н.А., Разумовский Е.А. Sorevnovatel'naya deyatelnost' i podgotovka sportsmenov vysshey kvalifikatsii v razlichnykh prirodno-geograficheskikh usloviyakh [Competitive activity and training of elite athletes in various weather and geographical conditions]. – М.: Physical Culture and Sport, 2004. – 294 p.
  10. Ivanov V., Ivanova N., Polonikov A. Meditsinskaya ekologiya [Medical Ecology]. – Litres, 2017.
  11. Hamlin M. J., Lizamore C. A., Hopkins W. G. The effect of natural or simulated altitude training on high-intensity intermittent running performance in team-sport athletes: a meta-analysis //Sports Medicine. – 2018. – V. 48. – №. 2. – P. 431-446.
  12. Faulhaber M. et al. Cardiorespiratory and Metabolic Responses During Graded Exercise in Normobaric and Hypobaric Hypoxia //High Altitude Medicine & Biology. – 2020.
  13. Ruggiero L. et al. High-Altitude Acclimatization Improves Recovery from Muscle Fatigue //Medicine and Science in Sports and Exercise. – 2020. – V. 52. – №. 1. – P. 161-169.
  14. Ding Y. H., Liu Y. J. Analysis of long-term variations of fog and haze in China in recent 50 years and their relations with atmospheric humidity //Science China Earth Sciences. – 2014. – V. 57. – №. 1. – P. 36-46.
  15. Liu C. et al. Future haze events in Beijing, China: When climate warms by 1.5 and 2.0° C //International Journal of Climatology. – 2019.
  16. Alekseev S. V., Pivovarov Yu. P., Yanushanets O. I. Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. — М.: Ikar, 2002. — 770 p.
  17. Bulatova M. M. Teoretiko-metodicheskiye osnovy povysheniya i realizatsii funktsional'nykh rezervov sportsmenov v trenirovochnoy i sorevnovatel'noy deyatelnosti [Theoretical and methodological foundations for increasing and implementing the functional reserves of athletes in training and competitive activities]//Ph.D. thesis summary. – 1996.

# Multi Noble Rex - E

Аппаратный многофункциональный комплекс-капсула  
для оздоровления, омоложения, коррекции фигуры,  
снятия стрессов и мышечных напряжений



SHINHWA MEDICAL INC.



АКОНИТ-М

Сегодня, чтобы оставаться здоровым и работоспособным, требуются порой просто колоссальные усилия. Регулярное посещение врачей, сдача анализов, косметологические услуги не только для женщин, но и для мужчин — все это становится рутинной. В таких условиях люди задумываются о том, как облегчить самому себе поддержание собственного здоровья.

Помочь в этом непростом деле может Сра-капсула Multi Noble Rex.

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ MULTI NOBLE REX

Сра-капсула Multi Noble Rex — это сложный аппарат, действие которого на организм базируется сразу на нескольких разнонаправленных воздействиях.

### 1. ВИБРОМАССАЖ

Вибрация позволяет снимать усталость мышц, способствует их расслаблению. Также вибромассаж разгоняет кровь, способствует укреплению суставов. Под влиянием вибрации улучшается работа внутренних органов, она становится более сбалансированной, полноценной.

### 2. ИНФРАКРАСНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Облучение инфракрасным излучением способствует улучшению обменных процессов, уменьшает выраженность утомления. Также это излучение важно для нормальной работы эндокринной системы человека.

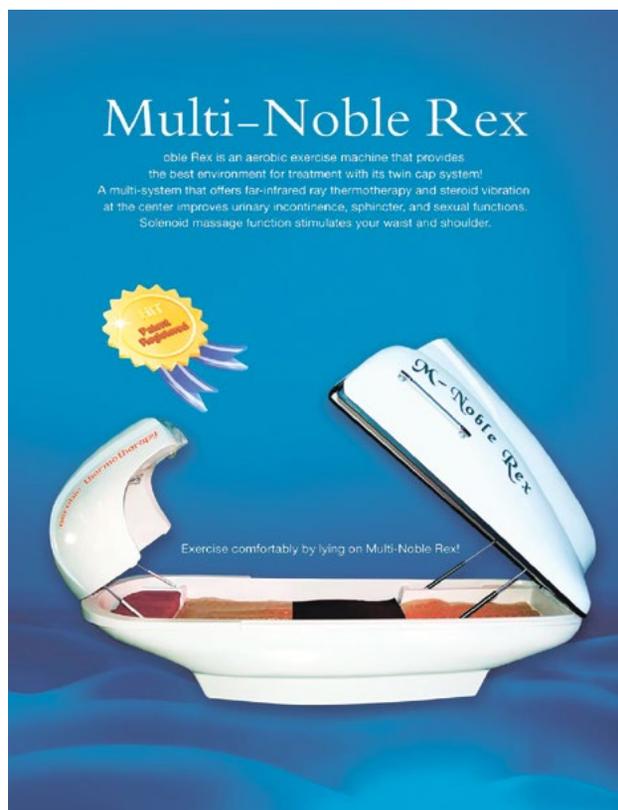
### 3. ВЛИЯНИЕ ЦВЕТА

Цветотерапия — сравнительно новое направление в медицине. Она работает на простом принципе: разные цвета способны корректировать настроение человека, положительно сказываться на эмоциональном состоянии. Правильный подбор цветов в нашей капсуле помогает расслабиться.

### 4. МИНЕРАЛОТЕРАПИЯ

Капсула снабжена солевыми ячейками. Эти ячейки во время сеанса интенсивно нагреваются, не только создавая эффект сауны, но и имитируя эффект солевой ванны.

Сра-капсула Multi Noble Rex — аппарат, производимый в Южной Корее. Мы единственные официальные дистрибьюторы оборудования на территории России.



# SpineMT<sup>K-1</sup>

- Spine MT<sup>K-1</sup> – специализированный и многофункциональный комплекс, учитывающий место, тип и уровень грыжи межпозвоночного диска

## Функции комплекса Spine MT<sup>K-1</sup>

### Мобилизация

Мышцы позвоночника и спины  
Фасеточные суставы  
Крестцово-подвздошные сочленения

### Целенаправленная коррекция

Учёт места образования грыжи (латеральная/медиальная)

### Декомпрессия и коррекция

Логарифмическая система  
Обратная биологическая связь  
Учёт формы грыжи

### Индивидуальное 3D-лечение

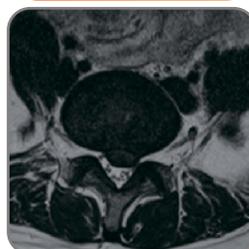
Таргетированный угол + ротация и растяжение/целенаправленная коррекция + декомпрессия

### Гравитационная тракция

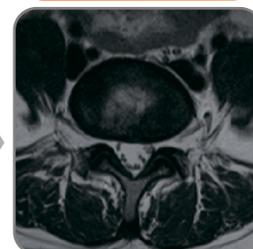
0-25°

## Примеры регенерации диска

До лечения

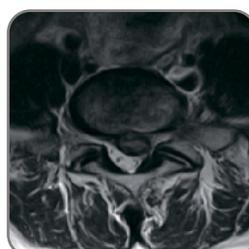


После лечения

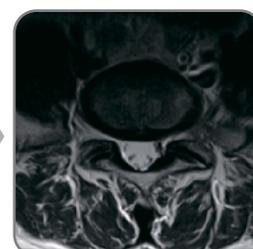


- Уменьшение грыжи межпозвоночного диска
- Устранение сдавливания нервов

До лечения

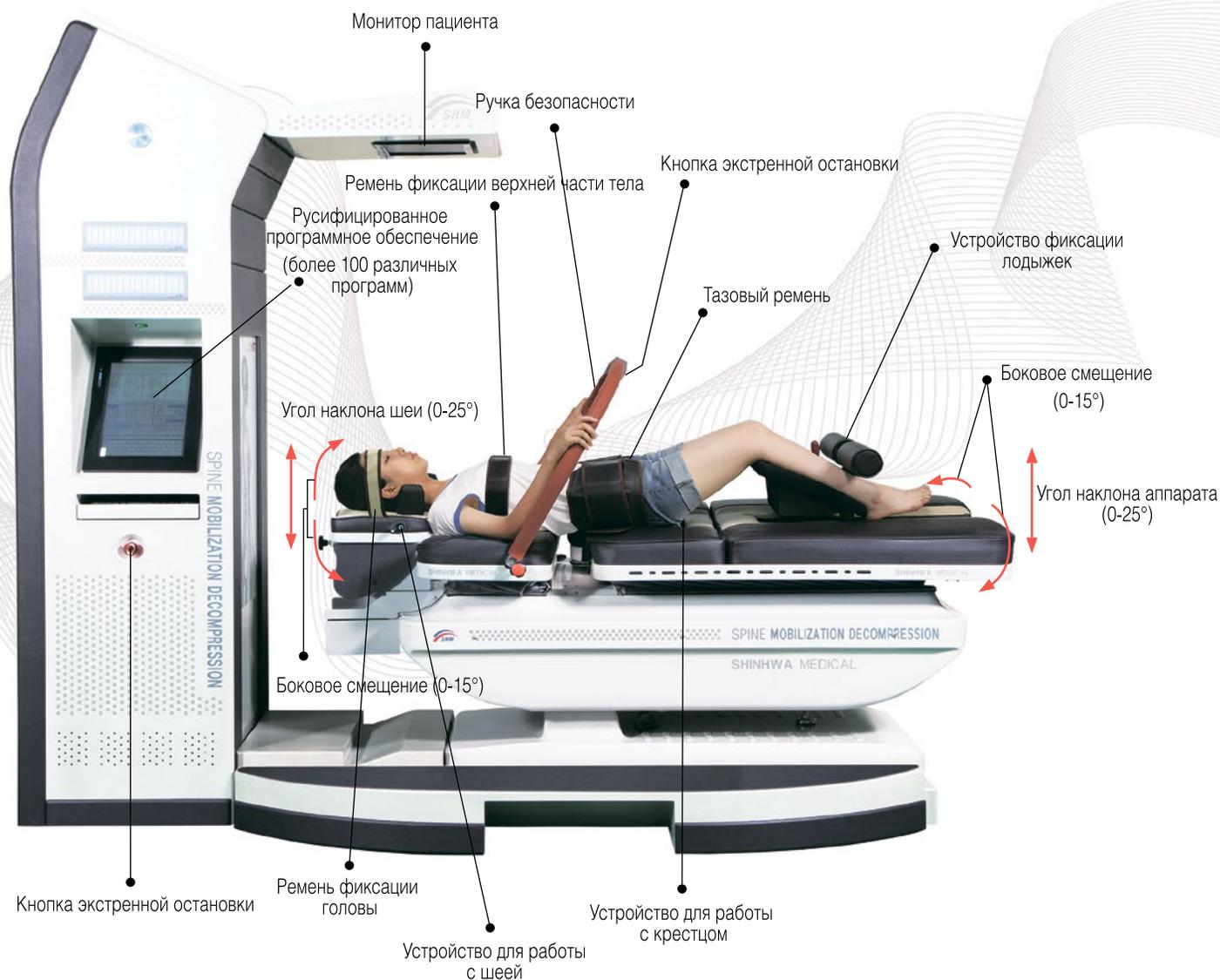


После лечения



- Регенерация межпозвоночного диска
- Уменьшение грыжи межпозвоночного диска
- Увеличение высоты диска

# SpineMT<sup>K-1</sup>



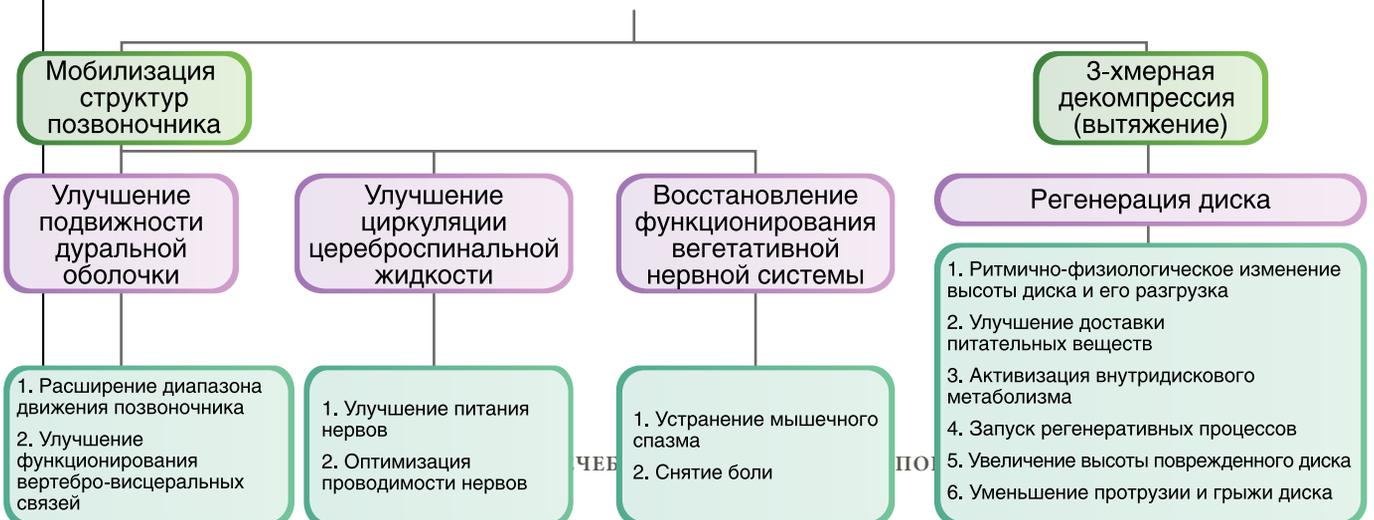
## ПОКАЗАНИЯ

Грыжи межпозвоночных дисков, дегенеративные заболевания позвоночника, стеноз позвоночного канала, сколиоз, фасеточный синдром, миофасциальный болевой синдром, невралгия седалищного нерва, посттравматические состояния, профилактика у людей, ведущих сидячий образ жизни и профессии которых связаны с неудобным (вынужденным, фиксированным) положением тела, а также при активных спортивных и фитнес-тренировках.

# SpineMT<sup>K-1</sup>



## Новая концепция лечения позвоночника Spine-MT<sup>K-1</sup>

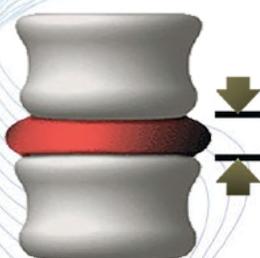




ISO13485/2012

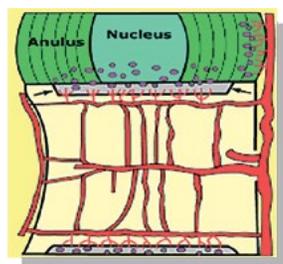
Просто расслабьтесь на аппарате **Spine MT** с комфортной декомпрессией (вытяжением) 30-минутный сеанс – это как ощущение невесомости

## Механизмы регенерации и восстановления диска



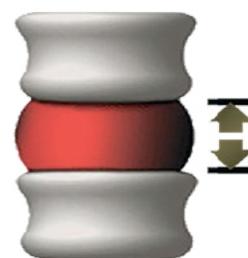
До лечения

Нервы раздражаются или сдавливаются из-за уменьшения высоты дисков вследствие нехватки питательных веществ и дегенеративных изменений, которые возникают при избыточном весе, гиподинамии, травмах и других состояниях



Во время лечения

Применение системы 3D-декомпрессии уменьшает размеры грыжи межпозвонкового диска, усиливает микроциркуляцию в концевых пластинках позвонка, обеспечивая диски питательными веществами и кислородом



После лечения

Межпозвонковый диск восстанавливается с увеличением его высоты, что ведёт к декомпрессии нервов и снятию болевого синдрома

# SPINE MT K-1

Модель: SPINE MT K-1

Размеры: 1776(д)х693(ш)х861(в)

Вес: 150 кг

Блок управления: 600(д)х700(ш)х2274(в)

Вес: 80 кг

Входное напряжение: 220 В, 50-60 Гц

Потребление электричества: 400 В·А



## АКОНИТ-М

сайт: [www.spine-mt.ru](http://www.spine-mt.ru)

e-mail: [info@spine-mt.ru](mailto:info@spine-mt.ru)

тел.: +7-495-5404711

ООО «Аконит-М»

141321, Московская обл., г. Краснозаводск, ул. Горького д. 2



Российская академия медико-социальной реабилитации открывает новый формат обучения – онлайн школу, посвященную новым реабилитационным практикам, здоровому образу жизни, антивозрастной медицине, дефектологии.

Учитывая разницу во времени регионов, мы не стали привязывать процесс обучения к конкретному времени вебинаров и других мероприятий, вся информация доступна круглосуточно в offline-режиме. Наша собственная образовательная платформа позволяет обучаться слушателю в любом месте, используя только планшет, смартфон или ноутбук. Прогресс обучения и общение с кураторами максимально технологичны и оперативны.

В данный момент доступны две программы: «Техники точечного массажа» и «Практические вопросы антивозрастной медицины», и в ближайшее время мы планируем запуск курса, посвященного актуальным вопросам дефектологии и логопедии.

Нам важно дать Вам актуальные знания, поэтому для каждого из наших курсов подбираем специалиста в конкретной области с высокой квалификацией. Так, о точечном массаже рассказывает Юрий Петрович Макаров — заслуженный врач РФ, кандидат медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой рефлексотерапии нашей академии, врач-рефлексотерапевт с многолетним стажем.

Мы действуем на основании лицензии, выданной Департаментом образования города Москвы и выдаем документы об образовании установленного образца.

Узнать об этом и других наших образовательных программах можно на сайте — <https://ramsr.ru/>

Два раза в год наша академия проводит Международную школу медико-социальной реабилитации. В школу приезжают участники со всей России и стран ближнего и дальнего зарубежья. Каждую школу мы стараемся посвятить одной или нескольким смежным сложным реабилитационным проблемам. Весенняя школа медико-социальной реабилитации была сосредоточена вокруг вопросов онкорезабилитации, а грядущую осеннюю сессию планируется посвятить посттравматической социальной реабилитации.

**Анонс предстоящей школы мы опубликуем на нашем сайте в конце августа. <https://ramsr.ru/>**

## ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

Журнал входит в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы значимые результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

**ТЕМАТИКА ЖУРНАЛА:** медицина, здравоохранение, образование, спорт, социальная защита.

### ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫМ В РЕДАКЦИЮ

#### I. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1. К публикации принимаются обзорные статьи, оригинальные исследования, клинические наблюдения, лекции, краткие сообщения. Основными требованиями к принимаемым статьям являются актуальность, новизна материала и его ценность в теоретическом и/или практическом аспектах.

2. Статьи, отправленные ранее к публикации в другие издания, к печати не допускаются.

3. В конце статьи должны быть собственноручные подписи всех авторов, полностью указаны фамилия, имя, отчество, индекс и почтовый адрес учреждения, в котором работает автор (либо домашний адрес — по желанию), телефон и e-mail лица, ответственного за переписку.

4. К статье должна прилагаться рецензия (не более 2 стр.) уровня д.м.н., профессора, не входящих в состав авторов.

5. Статья и сопроводительные документы отправляются на электронный адрес: [lfksport@ramsrf.ru](mailto:lfksport@ramsrf.ru).

6. Статья должна быть напечатана шрифтом Times New Roman, кегль — 12, междустрочный интервал — 1,5, отступ первой строки — 1,25 см. Это правило распространяется на все разделы статьи, включая таблицы и рисунки.

7. Оригинальная статья должна содержать результаты собственных исследований. Объем оригинальной статьи (включая иллюстрации и таблицы, но не включая список литературы) не должен превышать 12 страниц. Объем клинического наблюдения — не более 8 страниц. В обзоре литературы и лекции допускается объем в 15 страниц.

8. Структура статьи оригинального исследования должна быть следующей: введение, отражающее основную суть вопроса, актуальность темы, цель и задачи исследования, материалы и методы, полученные результаты, выводы, список литературы, иллюстративный материал. Описания клинических случаев, обзоры, лекции, краткие сообщения могут иметь другую структуру.

9. Для всех статей обязательно написание резюме с ключевыми словами на русском и английском языках. Резюме приводятся на отдельных страницах. Объем каждого резюме — не более 1/3 страницы. В английском резюме обязательно переводят фамилии и инициалы авторов, название, полное наименование учреждения.

10. В тексте статьи допускается использование общепринятых сокращений (единицы измерения, физические, химические и математические величины и термины) и аббревиатур. Все вводимые автором буквенные обозначения должны быть расшифрованы в тексте при их первом упоминании. При введении аббревиатуры ее следует написать в круглых скобках после расшифровки, далее использовать только аббревиатуру.

11. В тексте статьи библиографические ссылки даются в квадратных скобках номерами в соответствии с при статейным списком литературы. Цитируется не более 25 источников литературы. Автор несет ответственность за правильность оформления библиографических данных.

12. Все источники литературы должны быть пронумерованы в порядке цитирования, а их нумерация должна строго соответствовать нумерации в тексте статьи. Указываются все авторы статьи, указание «и др. (et al.)» — не допускается, так как сокращение авторского коллектива до 2-3 фамилий влечет за собой потерю цитируемости неназванных соавторов. Литература должна указываться с названием статей. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

13. Статьи, принятые к печати, проходят стадию научного редактирования. Редакция оставляет за собой право сокращать и исправлять статьи. Датой поступления статьи считается время поступления окончательного варианта статьи.

#### II. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА И ШАПКИ

(можно скачать в формате Microsoft Word на сайте издания <http://lfksport.ru/>)

#### III. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РИСУНКАМ И ТАБЛИЦАМ

1. Рисунки с подписями должны быть сверстаны в том месте статьи, где они должны располагаться. Отдельно прилагается файл в формате рисунка.

2. Формат файла — eps (Adobe Illustrator, не ниже CS3), TIFF (расширение \*.tiff, 300 dpi), jpg или bitmap (битовая карта) — 600 dpi (пиксели на дюйм).

3. Ширина рисунка — не более 180 мм, желательнее не использовать ширину от 87 до 157 мм, высота рисунка — не более 230 мм (с учетом запаса на подрисуночную подпись), размер шрифта подписей на рисунке — не менее 7 pt (7 пунктов).

4. Таблицы должны быть сверстаны в том месте, где они должны располагаться. Сверху справа необходимо обозна-

## ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

### ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫМ В РЕДАКЦИЮ

чить номер таблицы, ниже дается ее название. Сокращения слов в таблицах не допускаются. Все цифры в таблицах должны соответствовать цифрам в тексте и обязательно должны быть обработаны статистически.

5. Если рисунок или таблица одна, то номер им не присваивается.

6. Каждый рисунок или таблица должны иметь единообразный заголовок и расшифровку всех сокращений. В подписях к графикам указываются обозначения по осям абсцисс и ординат и единицы измерения, приводятся пояснения по каждой кривой.

#### IV. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ

(можно скачать в формате Microsoft Word на сайте издания <http://lfksport.ru/>)

**Все статьи публикуются на бесплатной основе.**

## ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

### ПОЛОЖЕНИЕ О ПОРЯДКЕ РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ, ПОСТУПИВШИХ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА «ЛЕЧЕБНАЯ ФИЗКУЛЬТУРА И СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА»

1. Рукописи (далее статьи), поступившие в редакцию журнала «Лечебная физкультура и спортивная медицина», проходят через институт рецензирования.

2. Формы рецензирования статей:

- рецензирование непосредственно в редакции (главным редактором журнала или его заместителем);
- рецензия в приложении к статье, направляемой автором (см. ниже рекомендуемые план и оформление рецензии); в качестве рецензента не могут выступать научный руководитель или консультант диссертанта;
- дополнительное рецензирование ведущими специалистами отрасли, в том числе из состава редакционной коллегии и редакционного совета журнала.

3. Результаты рецензирования сообщаются автору.

*Рекомендуемые план и оформление рецензии:*

1. Исходные данные по статье (наименование статьи, Ф.И.О. автора статьи).
2. Рецензия:

2.1. Актуальность представленного материала, научная новизна представленного материала.

2.2. Мнение рецензента по статье (оригинальность представленных материалов, грамотность изложения, ценность полученных результатов, апробация, замечания по статье).

2.3. Заключение (возможные варианты):

- статья рекомендуется к опубликованию;
- статья рекомендуется к опубликованию после исправления указанных замечаний (без повторного рецензирования);
- статья требует серьезной доработки с учетом указанных замечаний (с последующим повторным рецензированием);
- статья не рекомендуется к опубликованию;
- иное мнение.

3. Личные данные рецензента (фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, место работы, занимаемая должность).

4. Рецензия подписывается рецензентом. Подпись заверяется.

**Полезная информация для авторов на сайте [www.lfksport.ru](http://www.lfksport.ru)**

- Рукописи авторам не возвращаются.
- При несоблюдении вышеизложенных требований к материалам редакция за качество публикации ответственности не несет.
- При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

*Редколлегия*

#### **Статьи направлять по адресу:**

119634, г. Москва, ул. Лукинская, д. 14, стр. 1  
 Редакция журнала «Лечебная физкультура и спортивная медицина».  
 Тел.: (495) 755-61-45, (495) 784-70-06, +7 (926) 563-31-50  
 Факс: (495) 755-61-44.  
 E-mail: [lfksport@ramsr.ru](mailto:lfksport@ramsr.ru)